

Fisk, vannkvalitet og  
bunndyr i 10 anadrome  
vassdrag, Gulen  
kommune 1996

R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

**Rådgivende Biologer AS**

**323**



# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Fisk, vannkvalitet og bunndyr i 10 anadrome vassdrag, Gulen kommune 1996

**FORFATTER:**

Cand.scient. Bjart Are Hellen

**OPPDRAGSGIVER:**

Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga, ved Merete Farstad

**OPPDRAGET GITT:**

August 1996

**ARBEIDET UTFØRT:**

1996-1998

**RAPPORT DATO:**

29. januar 1998

**RAPPORT NR:**

323

**ANTALL SIDER:**

71

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-184-6

**RAPPORT UTDRAG:**

Ungfisktetthet og vannkvalitet ble undersøkt høsten 1996 i ti elver med bestander av anadrom laksefisk i Gulen kommune. De ti elvene er: Indre Oppedalselven, Ytre Oppedalselven, Instefjordelven, Brekkeelven, Takleelven, Dingjaelven, Midttunelven, Nordgulenelven, Åmdalselven og Moldeelven. Flere av elvene må kunne karakteriseres som sure, både på grunnlag av de vannkjemiske prøvene og bunndyrfaunaens sammensetning. Ingen av elvene har en egen laksebestand. Det ble fanget ørret i alle elvene, og det finns trolig egne bestander av sjørret i alle de undersøkte elvene. I noen av de undersøkte elvene var det svært høye tettheter av presmolt, i de andre elvene var presmolttettheten høy. Åmdalselven, Takleelven, som er relativt sterkt forsuringspåvirket, ble det funnet få eller ingen årsyngel i 1996, også Midttunelven er svært forsuringspåvirket og mangler årsklassen fra 1994, noe som kan tyde på rekrutteringssvikt dette året.

Det ble påvist aluminiumsutfelling på fiskegjellene ved vannkvaliteter med labil aluminium over 20 µg/liter.

Før en eventuelt vurderer vannkvalitetsforbedrende tiltak i de sureste elvene bør en vite mer om voksefisker i vassdragene, slik at en kan si noe om smoltens overlevelse i sjø er påvirket av de dårlige vannkvalitetene.

**EMNEORD:**

- Sjørret  
- Forsuring  
- Gulen kommune

**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



## FORORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane undersøkt de anadrome fiskebestandene i ti elver i Gulen kommune. Arbeidet har vært utført som et supplement til den parallellt utarbeidete kalkingsplan for Gulen kommune, og målsettingen med arbeidet har derfor vært å beskrive tilstanden for fisk i vassdragene med hensyn på forursingssituasjonen.

Følgende elver ble undersøkt: Indre Oppedalselven, Ytre Oppedalselven, Instefjordelven, Brekkeelven, Takleelven, Dingjaelven, Midttunelven, Nordgulelven, Åmdalselven og Moldeelven. Arbeidet omfatter fire elementer, som ble undersøkt ved en befaring i oktober 1996:

- 1) Vannkvalitet: Surhet (pH), farge, aluminiumskjemi og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).
- 2) Bunndyr vurdert med tanke på forursingstilstanden i vassdraget
- 3) Tettheten av ungfisk på en stasjon nederst på den anadrome strekningen i hvert av vassdragene
- 4) Fiskegjeller fra fem fisk i hvert vassdrag, for å påvise eventuell aluminiumutfelling og vevsskader.

Resultatene er vurdert i forhold til og sammenholdt med tidligere undersøkelser der slike har foreligget.

Feltarbeidet er utført 21. og 22. oktober 1996 av Steina Kålås og Bjart Are Hellen. De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services as i Bergen, analysene av bunndyrprøvene er utført av LFI-Universitetet i Oslo og analyse av gjelleprøvene er gjennomført av Aqua-lab as. i Bergen.

Rådgivende Biologer as. takker samtlige bidragsytere for innsatsen og Fylkesmannens miljøvernavdeling for oppdraget.

Utkastet er datert: Bergen, 29. april 1997.  
Rapporten er datert: Bergen, 29. mars 1998.

## INNHold

FORORD .....	2
INNHold .....	2
SAMMENSTILLING AV RESULTATENE .....	3
INNLEDNING OM VANNKVALITET OG FISK .....	7
METODER .....	10
INDRE OPPEDALSELVEN .....	11
YTRE OPPEDALSELVEN .....	17
INTEFJORDELVEN .....	23
BREKKEELVEN .....	29
TAKLEELVEN .....	35
DINGJAEELVEN .....	41
MIDTTUNELVEN .....	47
NORDGULELVEN .....	53
ÅMDALSELVEN .....	59
MOLDEELVEN .....	65
LITTERATUR .....	70



## SAMMENSTILLING AV RESULTATENE

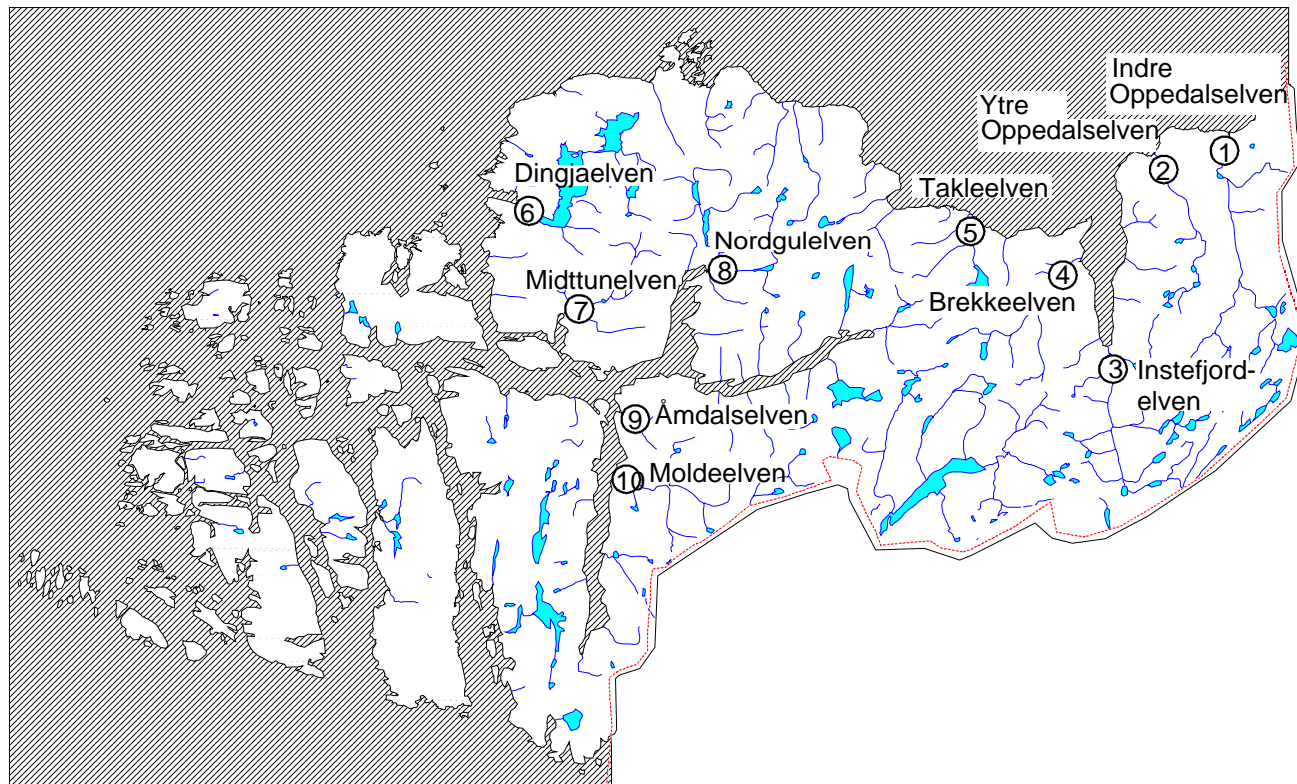
HELLEN, B.A. 1998. *Fisk, vannkvalitet og bunndyr i 10 anadrome vassdrag, Gulen kommune 1996.* Rådgivende Biologer as, rapport 323, 71 sider, ISBN 82-7658-184-6

Ved forvaltning av bestander av villfisk med tanke på bevaring- og kultiveringstiltak er det vesentlig å ha gode kunnskaper om bestandene. For bestander av anadrom laksefisk er det spesielt viktig å vite om hvor mye voksen fisk av elvens stamme som gyter i elven og hvilke resultater dette gir i form av tetthet av ungfisk i elven og tettheten av smolt som vandrer ut i sjøen. I de undersøkte elvene i Gulen har en ikke kjennskap til bestandene av voksen fisk, men tettheten av de ulike aldersklassene av ungfisk kan si noe om overlevelsen de siste årene, noe som bl.a. er avhengig av vannkvalitet.

Hver elv har et potensiale i produksjon av ungfisk og smolt og dette potensialet er avhengig av flere faktorer. Sentrale faktorer er: omfang av egnet elveareal for gyting og oppvekst av ungfisk i elven, temperatur, vannføring og vannkvalitet. Flere av disse faktorene vil variere mellom år som følge av variasjon i klima, mens faktorer som vassdragsregulering og forsuring kan føre til mer eller mindre permanente endringer. Om produksjonspotensialet til en elv ikke er oppfylt kan dette altså skyldes flere forhold.

### DE UNDERSØKTE ELVENE

Alle de undersøkte elvene ligger på fastlandet i Gulen kommune, fra nordøst til sør i kommunen. Alle elvene har bestander av sjørret, og det er ikke laksebestander i noen av dem. Det er heller ikke kjent og lite trolig at det har vært betydelige laksebestander i elvene tidligere.



FIGUR 1: Kart over Gulen kommune med de ti undersøkte anadrome elvene avmerket.



Elvene som er med i denne undersøkelsen har nedbørsfelt som varierer fra 4 til 41 km<sup>2</sup>, og en anadrom strekning som varierer fra 250 meter til 2 km. De høyestliggende innsjøene i nedslagsfeltene ligger mellom 50 og 795 m.o.h. (tabell 1). Noen av vassdragene er påvirket av store innsjøer, men det er og vassdrag som nesten ikke har innsjøer.

*TABELL 1: Beskrivelse av de undersøkte vassdragene. Anadrom strekning er den elve- og innsjøstrekningen som laks eller sjøørret kan vandre opp fra sjøen. Innsjøhøyder er høyden til laveste og høystliggende innsjø i vassdraget.*

ELV	Vassdragsnummer	Nedbørsfelt (km <sup>2</sup> )	Anadrom strekning (km)	Største innsjø (km <sup>2</sup> )	Innsjø høyder (m.o.h.)	Drenerer til
I. Oppedalselven	069.4Z	41	0,3	0,48	540-703	Sognefjorden
Y. Oppedalselven	069.41Z	12	0,4	<0,1	490-574	Sognefjorden
Instefjordelven	069.3Z	32	0,7	0,3	216-795	Risnefjorden- / Sognefjorden
Brekkeelven	069.31Z	11	2,0	0,13	457-548	Risnefjorden / Sognefjorden
Takleelven	069.2Z	8	0,2	0,7	292	Sognefjorden
Dingjaelven	068.9Z	28	0,3	2,9	26-600	Dingevågen / Sognesjøen
Midtunelven	068.72Z	16	0,4	<0,05	44-50	Gulafjorden
Nordgulelven	068.7Z	21	1,0	0,25	94-600	Nordgulfjorden
Åmdalselven		4	0,6	0,1	50-52	Gulafjorden / Eidsfjorden
Moldeelven	068.5Z	16	0,3	0,1	100-460	Eidsfjorden

Det er gjort små inngrep i elvene. Det er noen steder utført forbygninger i tilknytning til vei og jordbruk, som oftest i de nederste partiene av elven. I Indre Oppedalsvassdraget er mindre enn 20% av vassdraget fraført slik at påvirkningen ikke er særlig stor. I Dingjaelven er det bygd en demme ca 300 meter fra sjøen som gjør at anadrom fisk ikke lenger kan gå opp i Dingevatnet.

Av kultiveringstiltak blir Brossvikvatnet kalket i privat regi, dette kan og ha effekter i det nedenforliggende Dingevatnet i Dingjevassdraget. I Midttunvatnet i Midttunvassdraget og i fem innsjøer i Nordgulvassdraget har det tidligere vært kalket men disse prosjektene er nå avsluttet. Det er ikke kjent at det er iverksatt andre kultiveringstiltak i noen av de ti undersøkte elvene.

## VANNKVALITET OG BUNNDYRINDEKS

Vannkvaliteten var nokså varierende mellom elvene (tabell 2). pH varierte fra 5,1 i Åmdalselven til 6,4 i Indre Oppedalselven. Stort sett var vassdragene relativt lite humøse. Andelen av labilt aluminium oversteg tålegrensen for laks i fem av de ti elvene. Forsuringsindeksen basert på bunndyrsfaunaen, fanger opp variasjoner i vannkvaliteten over en lengre periode og den viser at det tidvis er surere i vassdragene enn det som ble målt i den vannkjemiske analysen.

Det må bemerkes at disse prøvene er tatt nedstrøms bebyggelsen i vassdragene. En undersøkelse gjennomført av skoleungdom i Gulen i 1993 (for omtale av denne se Bjørklund 1995), viser at vassdragene er sterkt påvirket av både kloakk og gjødsling fra landbruk i de nedre delene, og disse prøvene representerer derfor ikke naturgrunnlaget i vassdragene, men representerer forholdene på den anadrome strekningen.



*TABELL 2: Vannkjemisk beskrivelse og forsøringsindeks basert på bunndyrfaunaen i de undersøkte vassdragene i Gulen i oktober 1996. En forsøringsindeks på 1 angir ingen forsuring, mens en indeks på 0 angir sterk forsuring. De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services as, og bunndyrprøvene er analysert av LFI- Universitetet i Oslo.*

ELV	Farge-tall	pH	Ca mg/l	R-Al µg Al/l	II-Al µg Al/l	La-A µg Al/l	ANC	Forsøringsindeks	
								indeks 1	indeks 2
I. Oppedalselven	17	6,38	1,01	27	13	14	42	0,5	0,5
Y. Oppedalselven	32	5,73	0,78	63	32	31	40	0,5	0,5
Instefjordelven	12	5,34	0,58	32	13	19	20	0,5	0,5
Brekkeelven	17	5,84	1,21	27	15	12	40	0	0
Takleelven	21	5,94	1,03	39	20	19	44	0	0
Dingjaelven	19	5,58	0,95	66	31	35	22	0,5	0,5
Midtunelven	20	5,19	0,51	84	34	50	12	0,5	0,5
Nordgulelven	16	5,34	0,58	57	23	34	16	0	0
Åmdalselven	28	5,05	0,52	91	38	53	14	0	0
Moldeelven	25	5,90	1,08	37	17	20	47	1	0,54

## UNGFISK I ELVENE

Det ble fanget en laks på 10,4 cm i Ytre Oppedalselven, i de andre elven ble det bare fanget ørret. Tettheten av ørret var gjennomgående høy og svært høy i Indre og Ytre Oppedalselven. Bare i Takleelven var den totale tettheten av ørret relativt lav, men denne elven var svært stri og hadde ikke habitat hvor en skulle forvente å finne høy fisketetthet (figur 2 og tabell 3).

Biomassen er også et uttrykk for tettheten av fisk i en elv. Biomassen (gram fisk/100 m<sup>2</sup>) var lavest i Midtunelven med 260 gram. Den lave biomassen i denne elven kan ha sammenheng med at det bare var representert årsyngel og ettåringer i fangsten. Ytre Oppedalselven skiller seg klart ut med høyest biomasse på 1600 gram/100 m<sup>2</sup>. I Indre Oppedalselven og Instefjordelven var biomassen henholdsvis 726 og 1049 gram/100 m<sup>2</sup>. I de andre elven var biomassen mellom 380 og 540 gram pr. 100 m<sup>2</sup>.

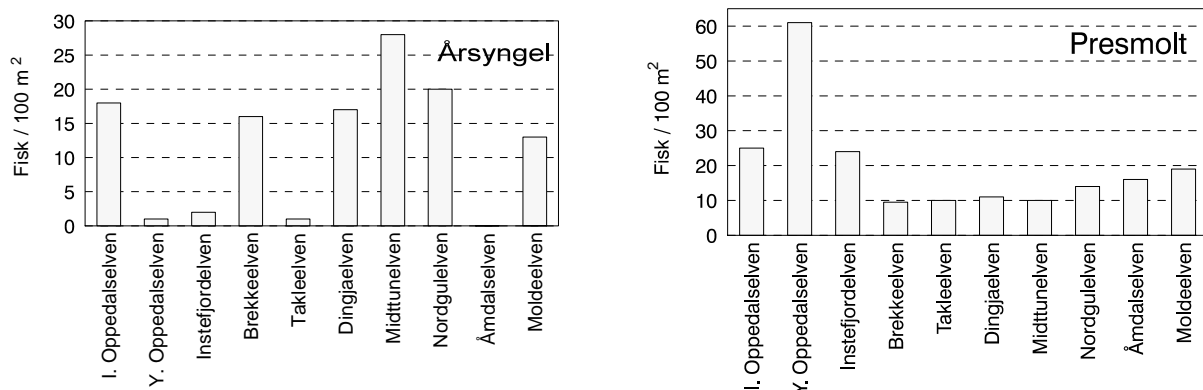
Presmolttettheten, som er tettheten av fisk en antar vil gå ut i sjøen den påfølgende våren, var relativt jevn i de undersøkte elven, med unntak av i Ytre Oppedalselven, der tettheten av presmolt var 61 fisk/100 m<sup>2</sup>. Den laveste tettheten av presmolt var 9,5 fisk/100 m<sup>2</sup> i Brekkeelven. I de andre elvene var presmolttettheten mellom 10 og 25 fisk / 100 m<sup>2</sup> (figur 2).

Det er vanskelig å vite om tettheten av ørretpresmolt i de undersøkte elven er som forventet eller om den avviker fra det en kan regne som normalt. Presmolttetthet i rene sjøørretelver på Vestlandet er ikke tidligere publisert. Tettheten av presmolt i laks- og sjøørretelver er imidlertid oppgitt for en del elver, men dette er tildels i elver med en noe annen karakter sammenlignet med de undersøkte elven. I Nausta, Gaula og i Gløppenelven er det registrert presmolttettheter av laks og ørret til sammen på mellom 3,7 og 17 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Sægrov 1996, Sægrov og Johnsen 1996a; Sægrov m.fl. 1996; Kålås og Sægrov 1997 a,b). I Lona var samlet presmolttetthet av laks og ørret på henholdsvis 28 og 26 fisk/100 m<sup>2</sup> i 1995 og 1996 (Sægrov og Johnsen 1996b, Kålås og Sægrov 1997c). I Kvasseheimsåna på Jæren, hvor produksjon er antatt å være svært høy, variert samlet presmolttetthet av laks og ørret mellom 14 og 41 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> over en periode på fire år (Bergheim og Hesthagen 1990). I Imsa var produksjonen av utvandrende laksesmolt mellom 3,5 og 24 fisk/100 m<sup>2</sup> i perioden mellom 1978 og 1990 (Hansen m.fl. 1996), men i denne elven er produksjonen av ørretsmolt ikke oppgitt.

Med dette som sammenligningsgrunnlag, kommer de fleste av de undersøkte elven i Gulen ut på et nivå med jevnt over gode presmolttettheter, med unntak av Ytre Oppedalselven, hvor tettheten av presmolt var svært høy.



I tre av elvene, Ytre Oppedalselven, Instefjordelven, Takleelven ble det fanget et fåtall årsyngel, i Åmdalselven ble det ikke funnet årsyngel. I Ytre Oppedalselven var det svært høye tettheter av eldre ørretunger og det er mulig at årsyngelen var foretrent. I noen av elvene kan noe av årsaken være at det var vanskelig å fange årsyngel, men det ble fanget bra mengder av årsyngel i de andre elvene slik at dette kan ikke være hele årsaken. En mulighet er at siden det bare ble fisket på en stasjon, kan det være yngel andre steder i elven enn der det ble fisket, men med så stor årsyngel som finnes i de undersøkte elvene regner en med relativt god spredning, noe som gjør denne forklaringen mindre sannsynlig. Det kan heller ikke utelukkes at det kan ha vært rekrutteringssvikt pga. forsurening, selv om heller ikke dette er sannsynlig når en har hatt rekruttering i de foregående årene og at 1996 sesongen gjennomgående har vært bedre enn de foregående årene med hensyn på vannkemi i vår og sommermånedene. Men rekrutteringssvikt kan være mulige forklaringer i Åmdalselven der vannkvaliteten er dårlig. I Midttunelven ble det bare funnet årsyngel og ettåringer. Dette kan indikere at det har vært rekrutteringssvikt i elven tidligere.



FIGUR 2: Antall ørret fanget pr. 100 m<sup>2</sup> av årsyngel og presmolt i de ti undersøkte elvene i Gulen høsten 1996. Presmolt er fisk som antas å smoltifisere og gå ut i sjøen neste vår.

Elvene har noe varierende nedslagsfelt og er fra lite til svært påvirket av innsjøer, dette fører til at temperaturen gjennom året er forskjellig for de ulike elvene. Dette gjør at veksten varierer og smoltalderen er fra 2-3 til 3-4 år for de ulike ørretbestandene.

TABELL 3: Fisketetthet ± 95% konfidensintervall, gjennomsnittlig lengde som 0+, 1+, 2+ o.s.v. (\*= det ble ikke fanget årsyngel), biomasse pr 100 m<sup>2</sup> og smoltalder i de ti undersøkte elvene i Gulen høsten 1996.

ELV	Tetthet pr 100m <sup>2</sup> m/årsyngel	Tetthet pr 100m <sup>2</sup> u/årsyngel	VEKST (mm) Lengde ved sesongslutt	Biomasse (gram pr. 100 m <sup>2</sup> )	FANGST pr 100 m <sup>2</sup>			Smoltalder (år)
					0+	0+<x<presmolt	presmolt	
I. Oppedalselven	89,1±39,7	58,9±24,9	58-95-124-151	726	18	19	25	3
Y. Oppedalselven	96,5±10,7	95,7±10,5	61-108-162	1621	1	26	61	2-3
Instefjordelven	45,1±0,8	43,1±0,8	50-94-126-161	1049	2	20	24	3-4
Brekkeelven	46,9±6,2	30,8±3,0	62-95-130-157	457	16	19	8,5	3-4
Takleelven	22,3±3,3	19,2±2,0	56-112-151	380	1	5	10	2-3
Dingjaelven	31,9±6,2	11,4±1,6	70-131-155	430	17	0	11	2-3
Midttunelven	43,9±5,7	17,0±16,5	66-112	260	28	2	10	2-3
Nordgulelven	55,3±7,1	33,0±4,5	54-98-113	383	20	17	14	2-3
Åmdalselven	32,1±4,8	32,1±4,8	* -99-119-144	424	0	14	16	3-4
Moldeelven	38,8±3,4	25,7±2,6	70-103-130-149	534	13	6	19	3-4



## FANGST I DE UNDERSØKTE ELVENE

Ingen av de undersøkte elvene er med i den offentlige fangststatistikken for Norge, og det er heller ingen lokal oversikt over fangst eller organisering av fiske i noen av de undersøkte elvene. Det er derfor ikke mulig å si noe sikkert om hvordan utviklingen i fangstene har vært. Men det rådende inntrykket hos lokalfolk er med få unntak at det ikke er blitt mindre fisk i elvene de siste årene. Imidlertid er også innslaget av rømt oppdrettslaks i flere elver til tider høyt.

## GJELLESKADER

Gjelleundersøkelsene viste at det var små gjelleskader bare på en liten del av materialet. Det var aluminiumutfelling på gjellene fra en av de fem undersøkte fiskene i hver av elvene: Instefjordelven, Åmdalselven og Midtunelven, på to av fiskene i Nordgulelven og på tre av de fem undersøkte fiskene i Takleelven. I de andre elvene ble det ikke funnet aluminiumutfelling på gjellene.

## KONKLUSJON

Flere av elvene må kunne karakteriseres som sure, både på grunnlag av de vannkjemiske prøvene og bunndyrfaunaens sammensetning. Det er likevel ingen sammenheng mellom tetthet av fisk og vassdragets vannkvalitet, - verken når det gjelder årsyngel eller presmolt. Flere av elvene med tilsynelatende lite årsyngel hadde nemlig relativt god produksjon av presmolt. Det ble påvist aluminiumutfelling på gjellene i elver med vann med labil aluminium over 20 µg/liter. Presmolttettheten samvarierte imidlertid ikke med skadeomfang på gjellene. Før en eventuelt vurderer vannkvalitetsforbedrende tiltak i de sureste elvene hadde det vært fordelaktig å vite mer om fiskens overlevelse i sjø, og om sjørretens tålegrenser ved dårlige vannkvaliteter.

## INNLEDNING OM VANNKVALITET OG FISK

Gulen kommune er et av de mest utsatte områdene for forsuring på Vestlandet. På grunn av de store nedbørsmengdene i den indre delen av kommunen, har disse områdene den største våtavsetningen av forsurende stoffer i Norge. I flere av vassdragene er ørretbestandene i de høyereliggende områdene redusert eller utdødd.

Generelt vil vannkvaliteten bli bedre lenger nede enn øverst i vassdragene, og det er derfor sannsynlig at bestander av ørret lenger nede i vassdragene vil klare seg bedre. I og med at en naturlig nok finner sjørretstammen nederst i vassdragene, og innlandsørret og sjørret er samme art, kunne en forvente at disse skulle klare seg bedre enn innlandsbestandene lenger oppe. Samtidig viser nye studier på laks at utvandrende laksesmolt er mer følsom for surt, aluminiumsrikt vann og at forsuringsskade før utvandring kan medføre redusert sjøvannstoleranse og økt dødelighet i sjøen. Studiene indikerer at laksen på smoltstadiet er mer følsom for dårlig vannkvalitet enn på noe annet stadium (Kroglund m.fl. 1994). Dette kan i så fall også gjelde sjørreten og at en kan forvente å finne reduserte bestander i mest sureste elvene. Likevel er det i andre svært sure elver, som f.eks. Haugsdalselven i Nordhordland funnet svært høye tettheter av ungfisk, og tilbakevandringen av større fisk er god (Kålås m.fl. 1996). Dette kan forklares med at sjørreten enten generelt ikke er like følsom for skader av forsuring som laksen, eller at stammer hvor det lenge har vært dårlig vannkvalitet har tilpasset seg forholdene gjennom naturlig utvalg, eller at det i utgangspunktet er forskjeller mellom stammer. Forskjell i tålegrense overfor surt vann finner en også mellom innlandsørretbestander (Gjedrem 1980; Rosseland & Skogheim 1987; Kroglund m.fl. 1992).

I DN-utredningen nr. 10-94 "Sur nedbør i Norge: Status, utviklingstendenser og tiltak" påpekes det at det de siste årene er observert en gradvis og stedvis tilbakegang i bestandene av anadrom laksefisk. Sammen med forsuringstrusselen er det også andre forhold som kan påvirke de anadrome bestandene av laksefisk i vassdragene. Noen bestander i ikke sure vassdrag viser nemlig den samme tilbakegangen de siste årene som bestandene i sure vassdrag og dette viser at andre faktorer enn forsuring også er viktige (Sægrov m.fl. 1997).





## VANNKVALITET OG SKADER PÅ FISK

Bestandsutviklingen i 1095 innsjøer og utviklingen i evertebratsamfunnene i 165 lokaliteter i Norge er sammenfattet i en større publikasjon (Lien m.fl. 1996). Det er her vist en sterk sammenheng mellom bestandsstatus og pH og videre en klar sammenheng mellom bestandsstatus og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og konsentrasjonene av labil aluminium. Økende mengde kalsium og totalt organisk karbon (humus) modererte de skadelige effektene av lav pH og høye konsentrasjoner av aluminium. Generelt er det lave konsentrasjoner av kalsium i vassdragene på Vestlandet og høyt humusinnhold finner en vanligvis i elver som drenerer myrområder. Det ble videre konkludert med at laks var en god indikatorart for forsuringutviklingen i elvene og ørret en god indikatorart for å vise utviklingen i innsjøer. Det er viktig å merke seg at det er en nær sammenheng mellom ANC og både pH og labilt aluminium (Lien m.fl. 1996). Dersom det er målt pH, mengde labilt aluminium, kalsium og fargetall (humus) vil en kunne fortelle det meste om forsuringssituasjonen i et vassdrag på et gitt tidspunkt. Det er vist at kalsium gir bedre forhold for fisk i surt vann (Leivestad m.fl. 1980, Hesthagen m.fl. 1992). Leivestad m. fl. (1980) fant at kalsium redusert ionetapet hos ørret når konsentrasjonene økte fra 0,4 til 0,9 mg/l, men at det ikke var noen ytterlig effekt over 0,9 mg/l.

Det er normalt ikke bare surheten som reduserer overlevelsen på fisken når et vassdrag blir forsuret, det er ofte giftig aluminium som er den direkte dødsårsaken. Innholdet av aluminium i overflatevannet på Vestlandet er stedvis til tider svært høyt og spesielt i Gulen har forholdene ved noen tilfeller vært ekstreme (se Bjørklund 1995). Aluminium er svært vanlig i jordsmonnet, og kommer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere. Det er spesielt den labile fraksjonen av aluminium som øker når vannet blir surere, det er denne delen som er giftig for fisken i vassdrag som er forsuret. Årsaken til dette er at aluminium legger seg på gjellene og kan i verste fall medføre akutt død. Konsentrasjoner av labilt aluminium på over 40 µg pr. liter kan i noen spesielle tilfeller være akutt giftig for fisk (Rosseland mfl. 1992). For laksesmolt diskuteres for tiden verdier mellom 20-25 µg labilt aluminium som skadelig for laks. Sjøørreten er betydelig mindre følsom (Kroglund m.fl. 1994), men en kjenner i dag ikke til det skadelige nivået for denne arten.

Gjellene er det organet hvor en først kan påvise virkningen av dårlig vannkvalitet. Det er avgjørende for fiskens helse og utvikling at den har en normal gjellefunksjon, både fordi fiskens oksygenopptak foregår gjennom gjellen, men gjellene er også viktig for regulering av saltbalansen hos fisken. Samtidig er gjellene et følsomt organ som raskt reagerer på dårlig vannkvalitet. Dårlig vannkjemi kan føre til endringer på gjellene som ved histologiske undersøkelser kan grovt kan klassifiseres i to typer: Akutte endringer og kroniske endringer.

Akutte endringer får en etter korte episoder med påvirkning fra giftstoff, f.eks. aluminium. Typiske symptom er ødem under det respiratoriske vevet, slik at dette blir løftet eller sprengt av fra pillarcellene under. I ekstreme tilfelle vil epitelet løsne og fisken vil dø nokså raskt. Det er vanligvis ingen hypertrofe eller hyperplastiske endringer ved denne type skader, men aluminiumsutfelling på gjellene kan påvises i perioden like etter den giftige episoden.

Moderate og tidlige endringer av mer kronisk karakter vil ofte være hypertrofiske, - epitelcellene svulmer opp, dette er noe som vanligvis skjer ved osmotiske forstyrrelser. Slike skader kan utvikle seg videre til hyperplastiske endringer, - det skjer en økning i antall lag celler som dekker gjellene. Ved kroniske irritasjoner er det vanlig at tallet på slimceller øker og at de også kan påvises nærmere spissen på sekundærlamellene. For nærmere beskrivelse av disse typer skader henvises til T. Poppe (1990)

Vitenskapelige undersøkelser ved Universitetet i Oslo har vist at aluminium-polymerisering på fiskens gjeller er et overflatefenomen. Slike skader kan restitueres helt, selv etter eksponering for potensielt dødelige doser av aluminium, dersom fisken bare overlever den kritiske episoden rett etter endt eksponering (Kjelsberg 1997). I disse forsøkene ble fisk ved 8°C eksponert for svært høye konsentrasjoner av labil aluminium på i gjennomsnitt 252 µg Al/l i fra 0,5 til 11 timer, og de fiskene som overlevde ble så fulgt i "gode" vannkvaliteter opp til 42 dager etter eksponeringen.

Det var kraftige skader på gjellene til fisken som hadde vært eksponert lengst, mens de med korte



eksponeringer bare hadde små skader. Allerede første døgnet etter eksponering ble det imidlertid observert en betydelig bedring selv på de mest skadde gjellene, og etter to uker var gjellene så godt som helt fine. Aluminiumsdeponering på gjellene ble kun observert hos fisk i gruppene som hadde vært eksponert lengst, men allerede 24 timer etter eksponeringen var all aluminiumen forsvunnet fra sekundærlamellene og lå kun et par steder mellom primærlamellene.

Det er altså i vassdrag der en har hyppige og store svingninger i vannkvalitet, eller der vannkvaliteten bare sjelden blir så god at fisken får restituert seg, at de akutte episodiske skadene blir kroniske. Påvisning av aluminium på gjeller eller gjelleskader på fisk behøver derfor ikke i seg selv å være ensbetydende med at fiskebestanden har problem. Det viser bare at fisken har vært eksponert for en episode med mye labilt aluminium. En kan heller ikke utelukke at fin fisk uten skadde gjeller eller aluminium på gjellene, tidvis likevel kan ha problemer med dårlig vannkvalitet.

Når det gjelder slike undersøkelser, er det derfor viktig å vurdere i hvor stor grad skadene er kroniske. Dette vil igjen avhenge av variasjonen i vannkvalitet, både med hensyn på hyppighet av skadelig vannkvalitet og i hvor lange perioder vannkvaliteten er så god at fisken har mulighet til å restituere eventuelle skader. Dette er forhold der grenseverdiene i liten grad er undersøkt eller dokumentert.

Innholdet av aluminium i overflatevannet varierer nemlig svært mye over tid i den enkelte lokalitet. I perioder med lave pH-verdier vil aluminiumsinnholdet i vassdragene være høyere enn ellers i året. Under spesielle surstøtepisoder vil også aluminiumsinnholdet øke i vassdragene. I humusrikt vann kan imidlertid innholdet av aluminium være ekstremt høyt uten at dette fører til problemer for fisken (Johnsen & Kambestad 1994). I slike tilfeller er aluminiumet bundet til humuspartikler, og denne formen for organisk bundet aluminium er ikke giftig for fisken. For ytterlig betraktninger om vassdragskalkning, sjøsaltepisoder, blandsoner og tålegrenser vises det til kalkingsplanen for Gulen kommune (Bjørklund og Hellen 1997).

## BUNNDYR

De ulike artene av evertebrater i bunndyrfaunaen har ulike tålegrenser overfor forsurening (Fjellheim og Raddum 1990, Lien m.fl. 1996). Artssammensetningen i bunndyrfaunaen vil derfor kunne gi informasjon om forsureningsnivået i elven. Ved å se på forekomsten av den minst forsureningstolerante organismen som forekommer, kan en slå fast hvor surt det har vært i elven i løpet av dyrets levetid. Bunndyrfaunaen forteller altså ikke bare om den vannkjemiske situasjonen på prøvetakingstidspunktet, men kan og si noe om hvordan vannkvaliteten har vært tidligere. Dette avhenger av livssyklusen til dyrene i bunnprøven, dvs. hvor lenge dyrene har vært i elven. De fleste artene har ettårige livssykluser, og eggene legges i løpet av sommerhalvåret. Hvis arten har dødd ut i løpet av vinteren, vil en ikke finne den i elven om våren, men artene kan rekolonisere fra andre elver, en kan dermed finne arten i elven om høsten. Det er derfor relativt normalt at en lokalitet har en høyere forsureningsindeks om høsten enn om våren. Innslaget av de forskjellige artene i elven er også avhengig av bl. a. vannføring og substrat, en bør derfor ta prøver forskjellige plasser i elven for å få med alle de forskjellige artene i elven. Ved prøvetaking flere plasser kan en og finne en gjennomsnittlig indeks for elven. Ut fra de artene som finnes i elven og deres tålegrenser kan en gi elven en forsureningsindeks. Det er i dag i bruk to forsureningsindekser, indeks 1 og indeks 2.

Forsureningsindeks 1 deles inn i fire kategorier. Kategori 1 brukes når det finnes en eller flere svært forsureningsfølsomme arter i bunndyrssamfunnet, surheten i elven er da bedre enn pH 5,5. Dersom det bare finnes moderat forsureningsfølsomme arter i elven, dvs. arter som tåler pH ned til 5,0 vil lokaliteten få indeks 0,5. En lokalitet som bare har individer som tåler pH ned mot 4,7 vil bli indeksert til verdien 0,25. Hvis det bare er arter som er svært forsureningstolerante vil elven bli indeksert til 0. Dersom en har få prøver fra en lokalitet kan en regne med å ikke få med enkeltarter, spesielt gjelder dette de få artene som gir indeks 0,25, en kan derfor ikke uten videre si at pH i en elv har vært lavere enn 4,7 hvis en ikke finner disse artene, og elven indekseres til verdien 0.

Forsureningsindeks 2 er i hovedsak lik indeks 1, men den har finere inndeling mellom verdiene 0,5 og 1, dvs. at denne indeksen kan brukes til å avdekke små forsureningsskader i lokaliteten.



## METODER

### VANNKVALITET

Det ble tatt en vannprøve i hver lokalitet. Prøven ble tatt helt nederst i vassdraget, for å fange opp tilførsler fra sidebekker og fordi de anadrome strekningene stort sett var begrenset til de nederste hundre meterne av vassdraget. Vannprøvene ble analysert for følgende parametre: surhet (pH), farge, kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid, nitrat, reaktiv aluminium og illabil aluminium. Ut fra disse verdiene ble labil aluminium og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) beregnet.

### BUNNDYR

Det ble tatt bunndyrprøve i et område nederst i hver elv. Prøvene ble samlet med sparkemetoden (Frost m.fl. 1971) og samlet i hov med 250µm maskevidde. Prøven ble konservert på etanol og senere sortert og bestemt under lupe.

### UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfatter fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon i hver elv, med unntak av Brekkeelven hvor det ble fisket på to stasjoner. På elektrofiskestasjonen ble et areal på mellom 80 og 100m<sup>2</sup> overfisket tre ganger med ca. en halv times mellomrom etter en standardisert metode (Bohlin m.fl. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt. All fisk ble tatt med og senere oppgjort. Fiskene ble aldersbestemt ved analyse av otolitter (ørestein) og kjønn og kjønnsmodning ble bestemt.

Ørreten klekker om våren og kommer normalt opp av grusen i april-mai, klekkedatoen er den samme som fødselsdatoen, og fisken er da null år. I fiskens første leveår betegnes yngelen oftest som 0+. Ørreten har normalt vekstsesong fram til oktober, den er da fremdeles 0+, men har tilbakelagt en vekstsesong. Høsten etter vil fisken da være ett år (1+), og den har da tilbakelagt to vekstsesonger.

For å gi et bilde av bestandstatusen for ungfisk i elven er ungfisken delt inn i tre kategorier. Ved inndelingen i disse klassene er det brukt både alders- og lengdegrense fordi overgangen til smolt er mer avhengig av veksthastighet og størrelse enn av alder. Den første klassen av fisk omfatter alle årsungene (0+). Den andre klassen er fisk som er eldre enn 0+ og mindre enn presmolt. Den tredje gruppen er presmolt som vil gå ut i sjøen neste vår

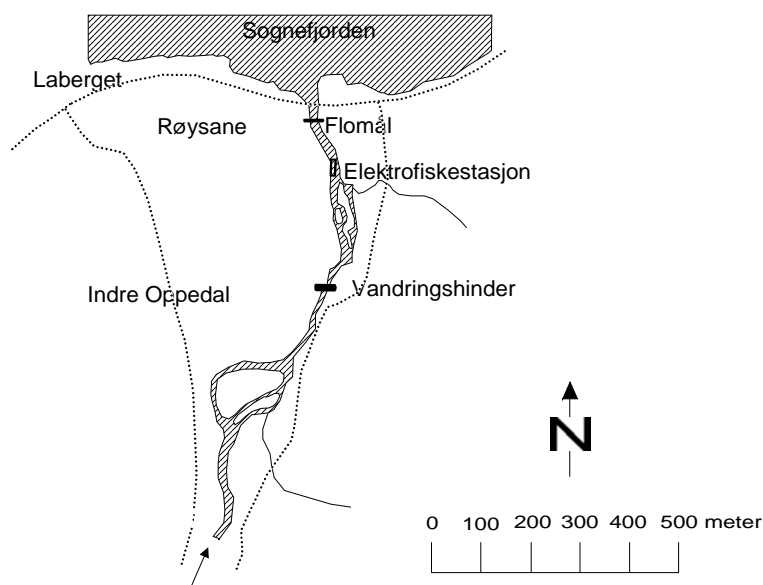
### GJELLEPRØVER

Det ble samlet inn gjelleprøver fra fem ørret i hver elv (pluss en laks i Ytre Oppedalselven). En gjellebue, 2. gjellebue på fiskens høyre side, fra hver fisk ble dissekert ut og fiksert på buffret formalin. De ble siden støpt inn i parafin og snittet. Ett snitt ble farget med Haematoxylin-Eosin-Safran (HES) og et annet med en modifisert Haematoxylin-løsning. Det HES-fargede gjellesnittene ble analysert med tanke på den vanlige strukturelle tilstanden. Det andre ble farget med solokromazurin og vurderte med tanke på utfelling av metaller som aluminium.



## 1. INDRE OPPEDELSELVEN

Indre Oppedalsvassdraget (069.4Z) renner ut i Sognefjorden ved Indre Oppedal øst i Gulen. Nedslagsfeltet strekker seg nesten helt inn mot grensen til Masfjorden i sør og noen kilometer inn i Høyanger i øst. Vassdraget har sitt utspring fra områder som ligger opp til over 700 m. o. h. og den høyestliggende innsjøen er Smikkevatnet 655 m. o. h. Indre Oppedalselven renner gjennom Indre Oppedalen, som er en bratt og trang dal med rask avrenning. Indre Oppedalselven drenerer områder med noe bebyggelse og landbruk i de nedre deler. Utløpet fra Årnesvatna og Skjerjevatnet øverst i vassdraget ble snudd i forbindelse med Matre-utbyggingen slik at den delen av vassdraget som ligger i Høyanger, ikke lenger renner ned i Indre Oppedalen og nedslagsfeltet er dermed redusert fra ca 41 km<sup>2</sup> til 34 km<sup>2</sup>.



*FIGUR 1.1: Nedre del av Indre Oppedalselven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen som ble elektrofisket 21. oktober 1996 er avmerket (UTM -koordinat: LN 146 749), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.*

## VANNKVALITET

Tidligere vannkvalitetsundersøkelser for Indre Oppedalsvassdraget ble sammenstilt i 1995 og omhandler både vannkjemiske undersøkelser og biologiske undersøkelser av bunndyr i vassdraget (Bjørklund 1995). I tillegg er det utført undersøkelser av pH og farge fem steder oppe i vassdraget i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen Kommune (Bjørklund og Hellen 1997). Ved denne undersøkelsen ble det tatt en vannprøve, som er analysert for en rekke parametere (tabell 1.1).

I sammenstillingen fra 1995 ble vassdraget vurdert som surt med et høyt innhold av aluminium og et lavt innhold av organisk stoff. Målingene av pH utført i ulike tilførselsgreiner til vassdraget viste verdier mellom 5,0 og 5,4, der de høyeste pH verdiene ble funnet i elven fra Inngardsvatnet og nederst i vassdraget ved skytebanen.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvefiske 21. oktober 1996 viste en pH på 6,38,



noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er bedre nederst i vassdraget. Dette kan ha sammenheng med avrenning fra landbrukskalkede områder i de nedre delene av vassdraget. Innholdet av labil aluminium ble målt til 14 µg/l, dette regnes ikke som skadelig for ørret.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) som er et mål på vannets bufferevne var 41,7 µekv/l og kalsiumkonsentrasjonen ble målt til å være 1,01 mg/l (tabell 1.1) i Indre Oppedalselven i oktober 1996. Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for anadrom fisk var relativt god i elven, men det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid. Ved mye nedbør og mer avrenning vil forskjellen oppe og nede i vassdraget reduseres og en kan forvente at det vil være surere også lenger ned i vassdraget.

*TABELL 1.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Indre Oppedalselven i forbindelse med elektrofiske den 21.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	INDRE OPPEDALSELVEN
Farge	mg Pt/l	17
Surhet	pH	6,38
Kalsium	mg Ca/l	1,01
Magnesium	mg Mg/l	0,37
Natrium	mg Na/l	2,34
Kalium	mg K/l	0,42
Sulfat	mg S/l	1,9
Klorid	mg Cl/l	3,3
Nitrat	µg N/l	260
Reak. alum.	µg Al/l	27
Illab. alum.	µg Al/l	13
Labil alum.	µg Al/l	14
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	41,7

## BUNNDYR

En undersøkelse av bunndyr i vassdraget både ved utløpet og oppstrøms bebyggelsen i Indre Oppedalselven i mai 1992, viste at bunndyrsfaunaen var sterkt påvirket av surhet, og bare meget forsuretolerante arter ble funnet. I følge forsuringindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven da indekset til verdien 0.

Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 21. oktober viste at elven fremdeles var påvirket av surhet, men et individ av den moderat forsuringfølsomme steinfluearten *Diura nanseni* ble funnet (tabell 1.2). Elven ble derfor indekset til verdien 0,5, som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsuring ikke har vært dårligere enn pH 5,0 siden sommeren.



TABELL 1.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Indre Oppedalselven 21. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organismer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGS INDEKS
Ephemeroptera / døgnfluer	<i>Leptophlebia marginata</i>	1	0
Plecoptera / steinfluer	<i>Diura Nanseni</i>	1	0,5
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	3	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	3	0
Tipulidae / stankelbein		2	
Forsuringsindeks	indeks 1		0,5
	indeks 2		0,5

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon (figur 1.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Indre Oppedalselven.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 62 ørretunger, men det ble ikke funnet lakseunger i elven. Tettheten var 89 ørret/100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel. Uten årsyngel var tettheten 59 ørret/100m<sup>2</sup> (tabell 1.3). I det området det ble fisket på var elven grunn og jevndyp, noe som gir stort vanndekt areal selv ved liten vannføring. Bunnssubstratet bestod av stein med grus imellom. Det var litt begroing med mose, men stort sett var bunnssubstratet ganske rent. Elven var sakteflytende og var velegnet som oppvekstområde for ungfisk. Vannføringen var relativt lav, og forholdene for elektrofisking var gode, vanntemperaturen var 5 °C.

TABELL 1.3: Fangst av ørret på hver av de tre elektrofiskeomgangene, tetthetsestimert, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Indre Oppedalselven den 21. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

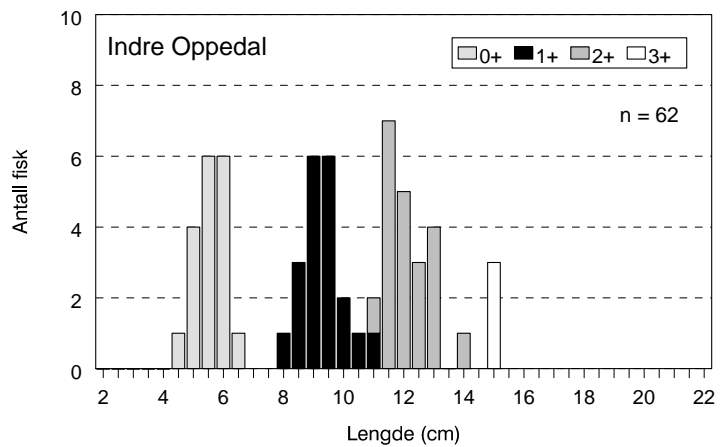
KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimert antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	23	11	10	44	58,9	24,9	0,37
Med årsyngel	31	16	15	62	89,1	39,7	0,33

### ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen av ørret viser tre hovedgrupper, den ene er årssunger som er fordelt i lengdeintervallet 4,8 - 6,7 cm. Den neste gruppen er ettåringer og den tredje gruppen er toåringer, i tillegg er det en liten gruppe med treåringer, som alle faller i lengdeintervallet mellom 15,1 og 15,2 cm (figur 1.2). Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er en liten overlapp i lengdene mellom de største 1+ ørretene og de minste 2+ ørretene.



FIGUR 1.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Indre Oppedalselven den 21. oktober 1996 (n = 62). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f. eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.

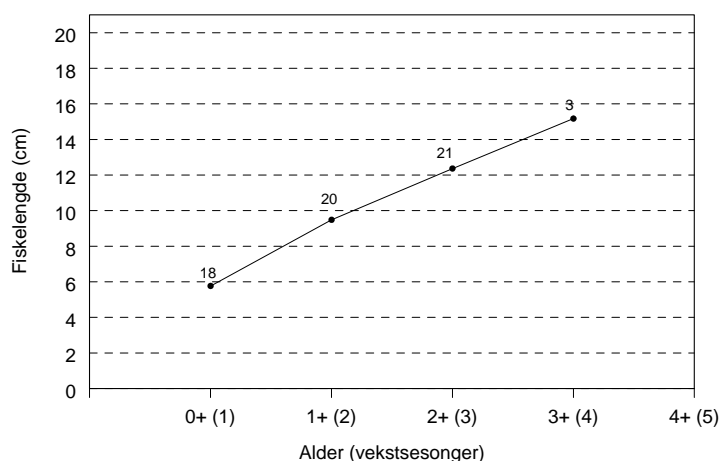


TABELL 1.4: Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Indre Oppedalselven den 21. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+(4)
Antall	18	20	21	3
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	57,6 $\pm$ 4,9	94,8 $\pm$ 7,2	123,6 $\pm$ 7,2	151,7 $\pm$ 0,6
Min.- maks. (mm)	48 - 67	85 - 112	113 - 142	151 - 152

Ørretungene er i gjennomsnitt 58 mm etter en vekstsesong, 95 mm etter to vekstsesonger og 124 mm etter tre vekstsesonger. Det er forventet at bare fisk som er større enn 110 mm om høsten kan smoltifisere neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, imidlertid vil noen av de som er større enn 11 cm blir stående igjen et år til. Ut fra veksten og lengdefordelingen er det trolig at ørreten smoltifiserer etter tre år i Indre Oppedalselven (tabell 1.4, figur 1.3). Ved elektrofisket i 1996 ble det fanget 25 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 1.5).

FIGUR 1.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 21. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Indre Oppedalselven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 1.4.





TABELL 1.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Indre Oppedalselven 21. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	18
2. 0+<fisk<presmolt	19
3. Presmolt (>11cm)	25
Totalt	62

## FANGST OG GYTEBESTAND

Det finnes ingen fangststatistikk for denne elven, men inntrykket hos grunneierne i området er at bestanden av ørret i elven har tatt seg opp igjen etter å ha vært nesten forsvunnet på slutten av 1980-tallet. De siste årene har det vært en del fisk i elven.

## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Indre Oppedalselven var alle normale, d.v.s at det ikke ble funnet strukturelle endringer på noen av dem. Det ble heller ikke påvist aluminiumsutfelling på de fem undersøkte gjellene med den anvendte fargemetoden (tabell 1.6).

TABELL 1.6: Strukturelle endringer på gjeller fra ørret fanget på den sjøørreteførende strekningen i Indre Oppedalselven 21. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer,- fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	132	118	126	112	130
Alder (år)	2+	2+	2+	1+	2+
Gjelle skader	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal

## KONKLUSJON

Indre Oppedalselven har gode gyte og oppvekst områder for ungfisk. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være gode for sjøørret, noe som bekreftes av forsøringsindeksen som var 0,5 i elven. Tetthetene av årsyngel var bra og det var høy tetthet av presmolt. Det ble ikke funnet skader eller utfelling av aluminium på noen av de undersøkte gjellene.

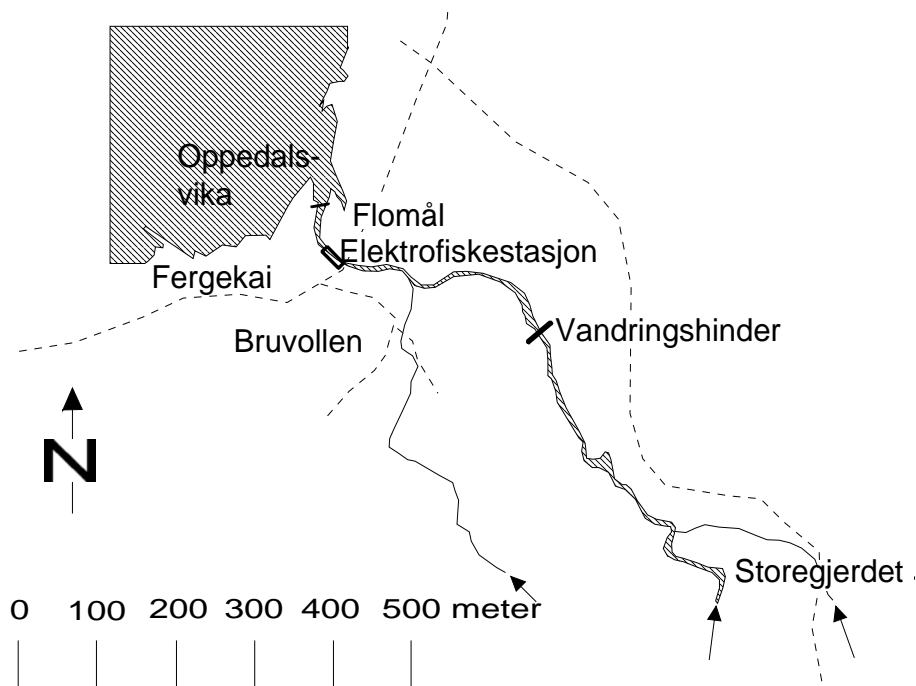






## 2. YTRE OPPEDALSELVEN

Ytre Oppedalsvassdraget (069.41Z) renner ut i Sognefjorden ved Ytre Oppedal øst i Gulen. Nedslagsfeltet er ca 15 km<sup>2</sup> og de høyeste delene av vassdraget strekker seg opp mot 700 meter over havet. Den høyestliggende innsjøen er Skiddalsvatnet 574 m. o. h., og de lavestliggende innsjøene er Klypevatnet ca 490 m.o.h. Ytre Oppedalselven renner gjennom Ytre Oppedalen, som er en bratt og trang dal med rask avrenning. Elven drenerer områder med noe bebyggelse og landbruk i de nedre deler.



FIGUR 2.1: Nedre del av Ytre Oppedalselven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen som ble elektrofiske 21. oktober 1996 er avmerket (UTM -koordinat: LN 117 742), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.

### VANNKVALITET

Vannkvaliteten er en gang tidligere analysert med hensyn på aluminium oppstrøms bebyggelsen (Bjørklund 1995), innholdet var da 106 µg Al/l. Som en del av utarbeidelsen av kalkingsplan for Gulen Kommune (Bjørklund og Hellen 1997) ble pH og farge undersøkt i vassdraget våren og høsten 1996. pH var ved disse prøvetakingstidspunktene henholdsvis 5,3 og 5,2.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvefiske 21. oktober 1996 viste en pH på 5,73, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er bedre nederst i vassdraget enn lenger oppe. Dette kan være en positiv effekt av avrenning fra landbrukskalkede jordbruksområder i de nedre delene av vassdraget. Innholdet av labil aluminium ble målt til 31 µg/l.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble målt til 39,5 µekv/l og kalsiumkonsentrasjonen var 0,78 mg/l den 21. oktober 1996 (tabell 2.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske



forholdene for anadrom fisk er relativt god i elven, men det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

*TABELL 2.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Ytre Oppedalselven i forbindelse med elektrofiske den 21.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	YTRE OPPEDALSELVEN
Farge	mg Pt/l	32
Surhet	pH	5,73
Kalsium	mg Ca/l	0,78
Magnesium	mg Mg/l	0,31
Natrium	mg Na/l	2,24
Kalium	mg K/l	0,37
Sulfat	mg S/l	1,7
Klorid	mg Cl/l	3,2
Nitrat	µg N/l	80
Reak. alum.	µg Al/l	63
Illab. alum.	µg Al/l	32
Labil alum.	µg Al/l	31
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	39,5

## BUNNDYR

En bunndyrprøve tatt i utløpet av Ytre Oppedalselven 21. oktober 1996, viste at bunndyrsfaunaen var påvirket av surhet, og bare ett middels forsuringsfølsomt individ ble funnet. Dette var en steinflue av slekten *Isoperla*. I følge forsuringsindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) gir dette elven indeks 0,5, som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsurening ikke har vært dårligere enn pH 5,0 så lenge bunndyrene har vært i elven.



TABELL 2.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Ytre Oppedalselven 21. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Oligochaeta / fåbørstemark		4	
Acari / midd		1	
Plecoptera / steinfluer	<i>Isoperla</i> sp.	1	0,5
	<i>Brachyptera risi</i>	24	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	5	0
	<i>Amphinemura borealis</i>	8	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	32	0
	Ubestemte (m. små)	2	
Trichoptera / vårfluer		1	
Chironomidae / fjærmygg		53	
Simuliidae / knott		8	
Tipulidae / stankelbein		1	
Coleoptera / biller		3	
Forsuringsindeks	Indeks 1		0,5
	indeks 2		0,5

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon (figur 2.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk i Ytre Oppedalselven.

### TETTHET

På elektrofiskestasjonen ble et areal på 100m<sup>2</sup> overfisket. Totalt ble det fanget 88 ørretunger, og en lakseunge. Estimert totalt tettheten var 96,5 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel. Uten årsyngel var tettheten 95,7 (tabell 2.3). I det området det ble fisket er elven 2,5 til 3 meter bred. På det dypeste var elven ca 30 cm dyp. Bunnssubstratet består av stein og grus, som enkelte steder er litt tilgrodd med mose. Det så ut til å være bra gyteforhold i elven, og det er en del områder som er velegnet som oppvekstområder for ungfisk. Elven har forbygging på begge sider i forbindelse med fergekaien og jordbruksområder. Det er tett og kraftig kantvegetasjon langs elvebredden noe som førte til at det var vanskelig lys å fiske i. Vannføringen var liten men stigende ved elektrofisket og vanntemperaturen var 5 °C. I tillegg til fiskene som ble fanget ble det observert to sjøørret på ca 0,5 kg ved elektrofisket. Tre av de fangete fiskene så ut som de kunne ha vært en periode i sjøen, men skjellene viste ikke noe vekstomslag og de må i så fall kun ha vært en svært kort periode i sjøen. Dette er mulig f. eks. hvis de har blitt infisert av lakselus i sjøfasen og at de da har søkt opp i ferskvann for å avluse seg.



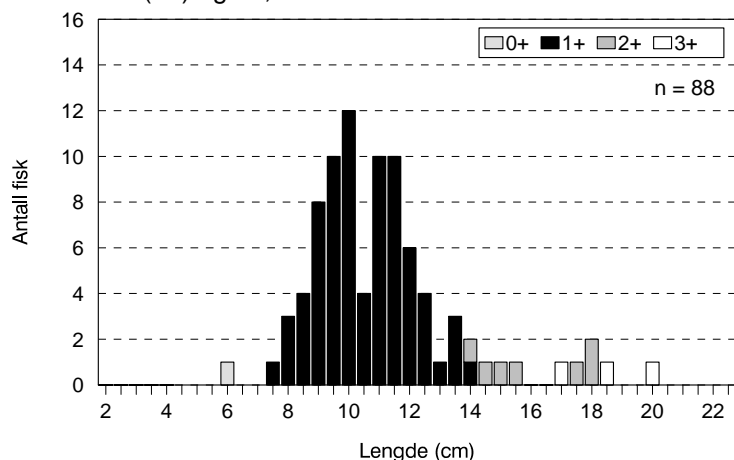
TABELL 2.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, Tetthetsestimater, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Ytre Oppedalselven den 21. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimater antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	50	29	8	87	95,71	10,73	0,56
Med årsyngel	51	29	8	88	96,47	10,45	0,56

### ALDER, LENGDE OG VEKST

Ved fiske var ettåringene (1+) den dominerende aldersgruppen i elven (figur 2.2). Det ble bare funnet en årsyngel i elven, den var 6,1 cm. Den dominerende gruppen av ettåringene strekker seg fra 7,8 cm til 14,0 cm, med en gjennomsnittslengde på 10,8 cm. Toåringene i elven var relativt fåtallige og finnes i lengdegruppen fra 14,0 cm til 18,2 cm. Det var også et beskjedent antall med treåringene i elven som alle var i lengdeintervallet 17,8 cm til 20,4 cm. Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er overlapp i lengdene mellom de største 2+ ørretene og de minste 3+ ørretene. Laksen som ble fanget i elven var ett år (1+) og 10,4 cm.

FIGUR 2.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Ytre Oppedalselven den 21. oktober 1996 (n = 88). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervaller slik at f. eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.

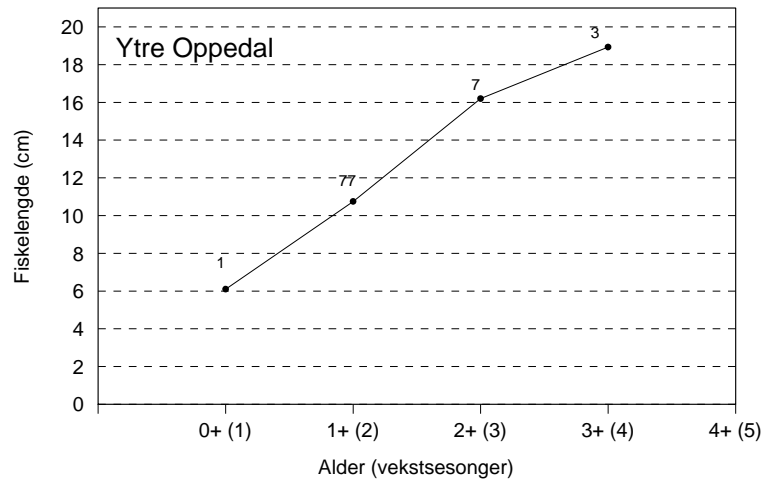


TABELL 2.4: Gjennomsnittlig lengde i mm ± standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Ytre Oppedalselven den 21. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+(4)
Antall	1	77	7	3
Lengde ± s.d. (mm)	61	108±15	162±17	189±13
Min.- maks. (mm)		78 - 140	140 - 182	178 - 204



*FIGUR 2.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 21. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Ytre Oppedalselven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 2.4.*



I Ytre Oppedalselven antar vi at alle fiskene som er større enn 10 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 10 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 10 cm blir stående igjen et år til. I Ytre Oppedalselven vil over halvparten av alle 1+ vandre ut i sjøen neste vår, altså som toåring, mens resten går ut som treåring. Ved elektrofiske i 1996 ble det fanget 61 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 2.5).

*TABELL 2.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Ytre Oppedalselven 21. oktober 1996.*

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	1
2. 0+<fisk<presmolt	26
3. Presmolt (>11cm)	61
<b>Totalt</b>	<b>88</b>



## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Ytre Oppedalselven var alle normale med unntak av en ørret. Denne hadde ubetydelige hypertrofiske endringer på gjellene. Det ble ikke påvist aluminiumsutfelling på de fem undersøkte gjellene med den anvendte fargemetoden (tabell 2.6).

*TABELL 2.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret og en laks fanget på den anadrome strekningen i ytre Oppedalselven 21. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5	Laks
Lengde (mm)	158	118	119	109	104	104
Alder (år)	2+	1+	1+	1+	1+	1+
Gjelle skader	Normal	Normal	Ht1	Normal	Normal	Normal

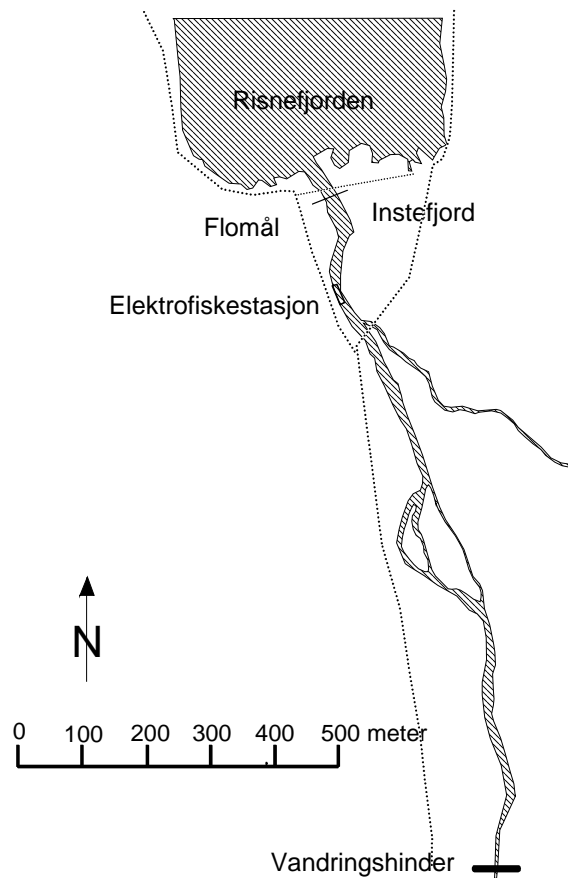
## KONKLUSJON

Det så ut til å være bra gyteforhold i Ytre Oppedalselven og en del steder som var velegnet som oppvekstområder for ungfisk. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være bra for sjørret, men marginale for laks, spesielt med hensyn på det relativt høye innholdet av labil aluminium. Forsuringsindeksen på 0,5 underbygger inntrykket om relativt uproblematisk forhold for sjørret. Tettheten av årsyngel var lav, men presmolttettheten var svært høy. Det er mulig den høye tettheten av eldre yngel kan ha fortrenget årsyngelen i elven. Av de undersøkte gjellene var det små/ubetydelige skader på en av de undersøkte ørretene, mens det ikke ble påvist aluminiumsutfelling på noen gjeller.



### 3. INSTEFJORDSELVEN

Instefjordsvassdraget (069.3Z) har sitt utløp innerst i Risnefjorden ved Instefjord. Hele vassdraget er totalt 32 km<sup>2</sup>, de høyeste delene av vassdraget strekker seg opp mot 800 meter over havet og den høyestliggende innsjøen ligger 795 m.o.h. , mens den lavestliggende innsjøen er Smogevatnet (216 m.o.h.). Vassdraget domineres av avrenning fra høyereliggende fjellparti. Det er relativt lite bebyggelse i nedslagsfeltet, kun ved Husevatnet i og er det spredt bebyggelse og noe jordbruksaktivitet.



FIGUR 3.1: Nedre del av Instefjordselven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen som ble elektrofiske 21. oktober 1996 er avmerket (UTM -koordinat: LN 098 665), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.

### VANNKVALITET

Av tidligere vannkjemiske undersøkelser finnes det ingen fra den anadrome elvestrekningen, men noen fra områder lenger opp i vassdraget. Ved en undersøkelse av tre høytliggende innsjøer høsten 1990, lå pH-verdiene rundt 5,0, innsjøene har ingen bufferkapasitet, med alkalitet på 0  $\mu\text{ekv/l}$  og ANC-verdier mellom -21  $\mu\text{ekv/l}$  og -14  $\mu\text{ekv/l}$ . Innholdet av totalaluminium var høyt, men andelen labil aluminium lå under 40  $\mu\text{g Al/l}$  i alle tre innsjøene. Innholdet av organisk stoff var lavt i alle innsjøene (Bjørklund 1995).

I forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen kommune (Bjørklund & Hellen 1997), ble pH og





farge undersøkt seks steder i vassdraget, også dette over den anadrome strekningen og i vann fra innsjøer beliggende fra ca 400 m.o.h. 650 m.o.h. Det ble tatt vannprøver på alle punktene om våren og høsten 1996. Om våren var pH mellom 4,8 og 5,2, om høsten var pH mellom 5,0 og 5,5.

I tillegg ble det tatt en vannprøve som er analysert for en rekke parametere (tabell 3.1), i forbindelse med denne fiskeundersøkelsen. Det var da en pH på 5,34, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er noe bedre nederst i vassdraget enn lenger oppe. Innholdet av labil aluminium ble målt til 19 µg/l.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var 19,6 µekv/l, og kalsiumkonsentrasjonen var 0,58 mg/l (tabell 3.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for anadrom fisk er skadelig for laks, men at det ikke bør skape problemer for sjøørreten. Det er imidlertid viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

*TABELL 3.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Insteffjordselven i forbindelse med elektrofiske den 21.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	INTEFFJORDSELVEN
Farge	mg Pt/l	12
Surhet	pH	5,34
Kalsium	mg Ca/l	0,58
Magnesium	mg Mg/l	0,23
Natrium	mg Na/l	1,76
Kalium	mg K/l	0,2
Sulfat	mg S/l	1,5
Klorid	mg Cl/l	2,6
Nitrat	µg N/l	70
Reak. alum.	µg Al/l	32
Illab. alum.	µg Al/l	13
Labil alum.	µg Al/l	19
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	19,6

## BUNNDYR

Det er ikke tidligere gjort undersøkelser av bunndyrfaunaen i elven. Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 21. oktober viste at elven var påvirket av forsurening, men et individ av den moderat forsuringstolerante steinflueslekten *Isoperla* ble funnet. Elven ble derfor indeksert til verdien 0,5, som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsurening ikke har vært dårligere enn pH 5,0 det siste halve året.



TABELL 3.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Insteffjordelven 21. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Oligochaeta / fåbørstemark		1	
Plecoptera / steinfluer	<i>Isoperla</i> sp.	1	0,5
	<i>Brachyptera risi</i>	5	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	27	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	5	0
Trichoptera / vårfluer		3	
Chironomidae / fjærmygg		35	
Simuliidae / knott		3	
Tipulidae/stankelbein		1	
Coleoptera / biller		10	
Forsuringsindeks	Indeks 1		0,5
	indeks 2		0,5

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfatter fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon (figur 3.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Insteffjordselven.

### TETTHET

På elektrofiskestasjonen ble et areal på 100m<sup>2</sup> overfisket. Totalt ble det fanget 46 ørretunger. Tettheten var 46,1 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 44,1. (tabell 3.3). I det området det ble fisket på er elven ca 10 meter bred. Bunns substratet er grovt og består av stein og blokkstein, det var noe mose og algebegroing i elven. Elven har forbygging på den ene siden mot veien. Vannføringen var liten men stigende ved elektrofisket. To av de fangete fiskene så ut som de kunne ha vært en periode i sjøen, men skjellene viste ikke noe vekstomslag og de må i så fall kun ha vært en svært kort periode i sjøen. Dette er mulig hvis de har blitt infisert av lakselus i sjøfasen og at de da har søkt opp i ferskvann for å avluse seg.

TABELL 3.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, Tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Insteffjordselven den 21.oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

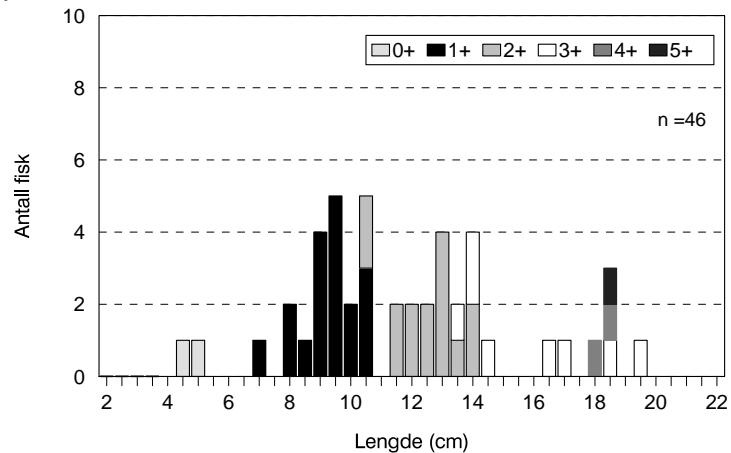
KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	37	7	0	44	44,13	0,78	0,86
Med årsyngel	39	7	0	46	46,12	0,75	0,86



## ALDER, LENGDE OG VEKST

Ettåringene (1+) og toåringene er de dominerende aldersgruppene i elven (figur 3.2). Det ble bare funnet to årsyngel i elven, disse var 4,8 og 5,3 cm lange. Ettåringene var fra 7,1 til 10,8 cm, toåringene i elven var fra 10,6 til 14,4 cm, og treåringene er fra 13,7 til 19,8 cm. Det var også et beskjedent antall med fire og femåringer, som alle var i lengdeintervallet 18,4 til 18,9 cm. Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er en liten overlapp i lengdene mellom de største 1+ ørretene og de minste 2+ ørretene, det er også overlapp mellom de minste 3+ og de største 2+, for øvrig overlapper 3, 4, og 5 åringen totalt i lengdefordeling. To av de største treåringene hadde karaktertrekk som kunne tyde på at de hadde vært i sjøen, men det var ikke mulig å spore noe vekstomslag på skjellene, slik at dette er noe usikkert. Fire og femåringene som ble fanget var alle kjønnsmodne hanner og er trolig fisk som ikke vandrer ut i sjøen.

**FIGUR 3.2:** Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Insteffjordselven den 21. oktober 1996 (n =46). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f. eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.



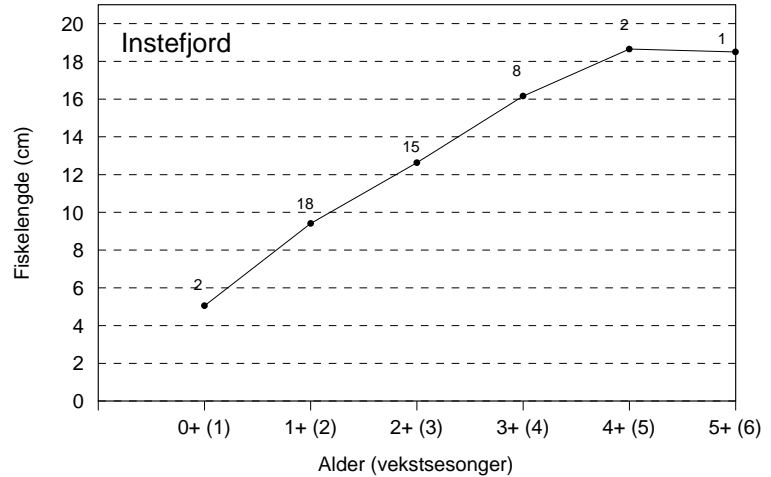
**TABELL 3.4:** Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Insteffjordselven den 21. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)					
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+ (4)	4+ (5)	5+ (6)
Antall	2	18	15	8	2	1
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	51 $\pm$ 4	94 $\pm$ 10	126 $\pm$ 11	162 $\pm$ 22	187 $\pm$ 4	185
Min.- maks. (mm)	48-53	71-108	106-144	137-198	184-189	185

Ørretungene er i gjennomsnitt 51 mm etter en vekstsesong, 94,1 mm etter to vekstsesonger og 126 mm etter tre vekstsesonger.



*FIGUR 3.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 21. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Instefjordselven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 3.4.*



Vi antar at alle fiskene som er større enn 11 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 11 cm blir stående igjen ett år til. I Instefjordelven er dette fisk som er to år eller mer om høsten, dvs at de har minst tre vekstsesonger bak seg og er tre år eller mer ved utvandring. Ved elektrofisket i 1995 ble det fanget 24 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 3.5).

*TABELL 3.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Instefjordselven 21. oktober 1996.*

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	2
2. 0+<fisk<presmolt	20
3. Presmolt (>11cm)	24
Totalt	46



## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Insteffjordselven var alle normale med unntak av en ørret. Denne hadde ubetydelige hypertrofiske endringer og aluminiumsutfelling på gjellene. Det ble ikke påvist aluminiumsutfelling på de fire andre undersøkte gjellene med den anvendte fargemetoden (tabell 3.6).

*TABELL 3.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret fanget på den anadrome strekningen i Insteffjordselven 21. oktober 1996. Forkortingene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	107	127	131	116	133
Alder (år)	1+	2+	2+	2+	2+
Gjelle skader	Normal	Al+/Ht1	Normal	Normal	Normal

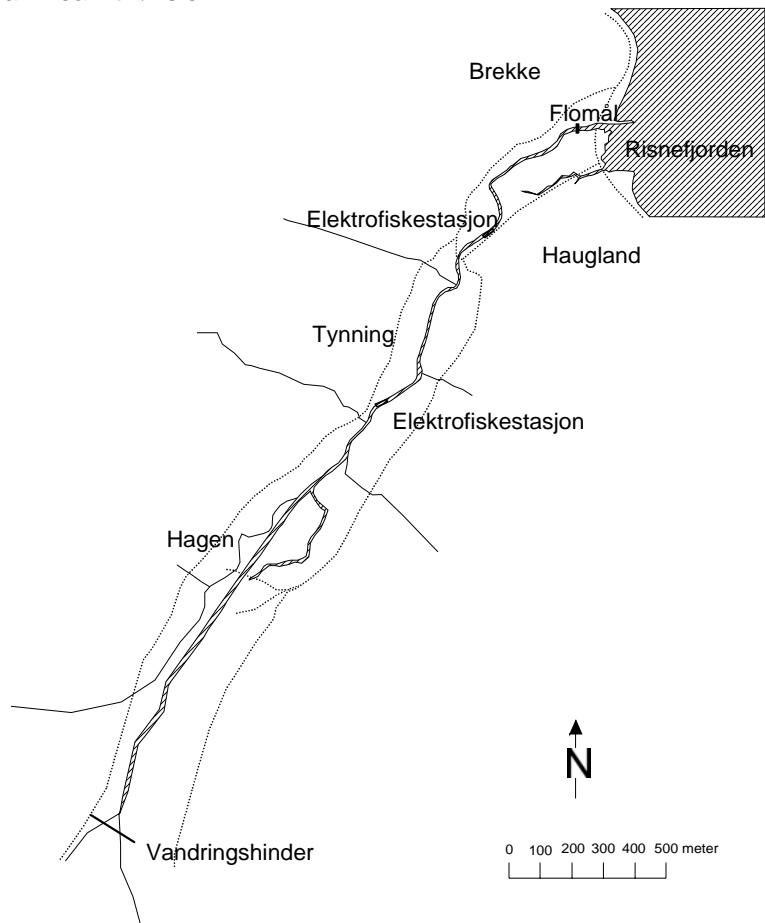
## KONKLUSJON

Insteffjordelven har begrensede gyte- og oppvekstområder for ungfisk. De vannkjemiske forholdene i elven ser ut til å tilfredstille kravene for sjøørret. Dette bekreftes av sammensetningen av bunndyrfaunaen som viser at pH i elven ikke har vært dårligere enn 5,0 siden våren 1996. Tettheten av årsyngel var lav, mens det var høy tetthet av presmolt i elven. Av de undersøkte gjellene var det små skader på en av fiskene, på den samme fisken ble det og påvist utfelling av aluminium mens det ikke ble påvist aluminiumsutfelling på noen av de andre gjellene som ble undersøkt.



## 4. BREKKEELVEN

Brekkevassdraget (069.31Z) renner ut i Sognefjorden ved Brekke ytterst i Risnesfjorden nordøst i Gulen Kommune. Nedslagsfeltet er totalt 11 km<sup>2</sup>. Vassdraget har sitt utspring fra områder som ligger opp til ca 670 m. o. h. Det er to innsjøer i vassdraget; Botnavatnet (457 m.o.h.) og Langvatnet (548 m.o.h.). I den anadrome delen er Brekkeelven i perioder påvirket av tilsig fra områder med landbruksaktivitet. Den nedre delen av vassdraget er også påvirket av kloakktilførsler.



*FIGUR 4.1: Nedre del av Brekkeelven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonene som ble elektrofiske 21. oktober 1996 er avmerket (UTM - koordinat: LN 084 698 og LN 081 692), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.*

## VANNKVALITET

Tidligere vannkvalitetsundersøkelser for Brekkevassdraget ble sammenstilt i 1995 og omhandler både vannkjemiske undersøkelser og biologiske undersøkelser av bunndyr (Bjørklund 1995). Det er utført undersøkelser av pH og farge to steder opp i vassdraget i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen kommune (Bjørklund & Hellen 1997). I tillegg er det tatt en vannprøve, som er analysert for en rekke parametere (tabell 4.1), i forbindelse med denne undersøkelsen høsten 1996.

Målingene fra 1990 viste at Botnavatnet hadde pH på 5,1 om høsten, men målingene gjennom året viste at minimums- pH kunne være noe lavere. Bufferkapasiteten i vassdraget var liten, med alkalitet på 0 µekv/l og ANC-verdi på -14 µekv/l i Botnavatnet. Innholdet av totalaluminium var høyt i vassdraget spesielt i de sureste periodene, og innholdet av labil aluminium var da på hele 114 µg/l i den øvre delen av



Brekkeelven. Utenom disse sureste periodene lå imidlertid innholdet av labil aluminium rundt 30 µg/l. Vassdraget er i den nedre delen i perioder påvirket av tilsig fra av landbruksaktiviteter. I slike perioder er både innholdet av næring, organisk stoff og tarmbakterier høyt. Det er en tynn bestand av ørret i Botnavatnet. Bestanden ble redusert så tidlig som på 60-tallet (Bjørklund 1995).

Det ble tatt vår og høstmålinger to steder i 1996 i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen for kommunen, disse hadde pH 5,0 og 5,1 om våren og 5,2 og 5,5 om høsten, begge disse målepunktene ligger over den anadrome strekningen.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvofiske 21. oktober 1996 viste en pH på 5,84, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er bedre nederst i vassdraget. Dette har mest sannsynlig sammenheng med avrenning fra landbrukskalkede områder. Innholdet av labil aluminium ble målt til 12 µg/l. Dette er en så lav verdi at den ikke er skadelig for fisken.

Den syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var 39,8 µekv/l og kalsiumkonsentrasjonen ble målt til å være 1,21 mg/l (tabell 4.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for sjøørret er relativt god i elven, men det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, labil aluminium og ANC kan variere mye over tid.

*TABELL 4.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Brekkeelven i forbindelse med elektrofiske den 21. oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	BREKKEELVEN
Farge	mg Pt/l	17
Surhet	pH	5,84
Kalsium	mg Ca/l	1,21
Magnesium	mg Mg/l	0,36
Natrium	mg Na/l	2,08
Kalium	mg K/l	0,5
Sulfat	mg S/l	2,6
Klorid	mg Cl/l	2,9
Nitrat	µg N/l	240
Reak. alum.	µg Al/l	27
Illab. alum.	µg Al/l	15
Labil alum.	µg Al/l	12
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	39,8

## BUNNDYR

En bunndyrsundersøkelse tatt i utløpet av Brekkeelven i mai 1992, viste at vassdraget er surt, og det ble kun registrert forsuringstolerante arter ved utløpet (Bjørklund 1995). I følge forsuringsindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven da indeksert til verdien 0.

Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 21. oktober viste at Brekkeelven fortsatt er sterkt påvirket av forsuring og det ble bare funnet forsuringstølsomme arter. Dette indikerer at pH til tider er lavere enn det som målt den 21. oktober.

*TABELL 4.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Brekkeelven 21. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante*



organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Oligochaeta / fåbørstemark		1	
Acari / midd		1	
Plecoptera / steinfluer	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	0
	<i>Brachyptera risi</i>	25	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	6	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	155	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	9	0
	<i>Leuctra sp. (små)</i>	11	
Trichoptera / vårfluer		16	
Chironomidae / fjærmygg		120	
Simuliidae / knott		39	
Tipulidae / stankelbein		6	
Forsuringsindeks	indeks 1		0
	indeks 2		0

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på to stasjoner, på hver elektrofiskestasjon ble et areal på 100m<sup>2</sup> overfisket (figur 4.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen omfattende undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Brekkeelven.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 89 ørretunger, men det ble ikke funnet lakseunger i elven. Gjennomsnittlig tetthet var 50 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 31 pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 4.3). I de områdene det ble fisket var elven grunn og jevndyp, noe som gir stort vanndekt areal selv ved liten vannføring. Bunnssubstratet bestod av stein med grus imellom, på den øverste elektrofiskestasjonen var elven forbygd mot eng på østsiden av veien. Det var lite begroing på begge de avfiskete områdene. Elven var ganske sakteflytende og områdene var godt egnet som oppvekstområde for ungfisk. Vannføringen var litt under normal, noe som gjorde forholdene for elektrofiske gode.





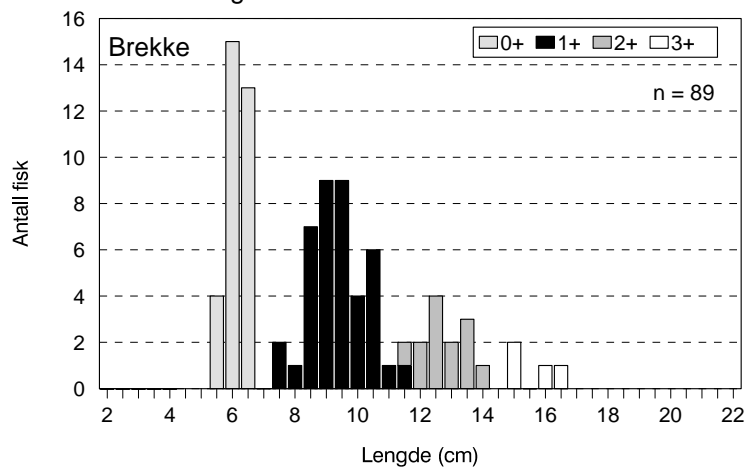
TABELL 4.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, tetthetsestimater, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonene i Brekkeelven den 21. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

STASJON	KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimater antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidensintervall	Fangbarhet
		1.	2.	3.				
Stasjon 1	Uten årsyngel	17	8	5	30	35,15	10,19	0,47
	Med årsyngel	28	10	11	49	60,65	19,80	0,41
Stasjon 2	Uten årsyngel	20	8	0	28	28,44	1,64	0,75
	Med årsyngel	26	12	2	40	41,74	3,82	0,65
Totalt (200 m <sup>2</sup> )	Uten årsyngel	37	16	5	58	30,80	3,00	0,61
	Med årsyngel	54	22	13	89	49,66	6,15	0,53

### ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen av ørret viser tre hovedgrupper, den ene er årsunger som er fordelt i lengdeintervallet 5,6 - 6,8 cm. Den neste gruppen er ettåringer mellom 7,9 og 11,7 cm og den tredje gruppen er toåringer fra 11,7 til 14,4 cm (figur 4.2). I tillegg er det en liten gruppe med treåringer, som alle er kjønnsmodne hanner. Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er en liten overlapp i lengdene mellom de største 1+ ørretene og de minste 2+ ørretene.

FIGUR 4.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Brekkeelven den 21. oktober 1996 (n = 89). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f. eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.



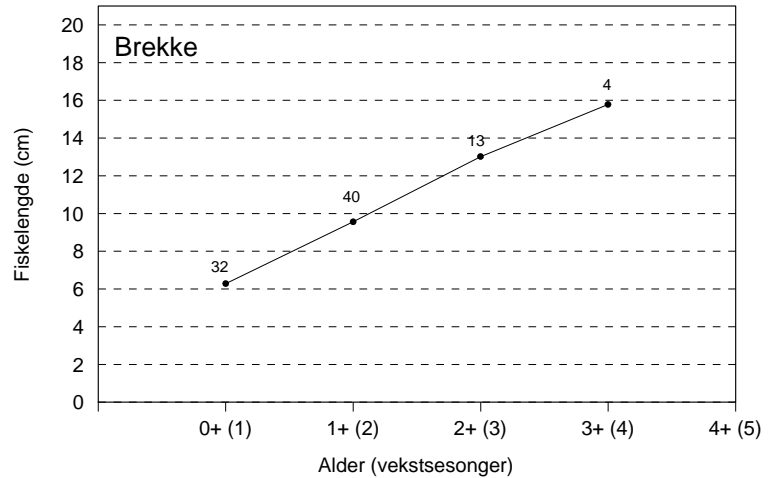
Ørretungene er i gjennomsnitt 63 mm etter en vekstsesong, 96 mm etter to vekstsesonger og 130 mm etter tre vekstsesonger.

TABELL 4.4: Gjennomsnittlig lengde i mm ± standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Brekkeelven den 21. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+(4)
Antall	32	40	13	4
Lengde ± s.d. (mm)	62,81±3,35	95,63±8,92	130,2±7,49	157,8±8,54
Min.- maks. (mm)	56-68	78-117	117-144	150-167



FIGUR 4.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 21. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Brekkeelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 4.4.



I Brekkeelven antar vi at alle fiskene som er større enn 11 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 11 cm blir stående igjen et år til. I Brekkeelven vil de fleste ørreten vandre ut etter tre år, men og noen etter fire år. Ved elektrofisket i 1995 ble det i gjennomsnitt fanget 9,5 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 4.5).

TABELL 4.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Brekkeelven 21. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	16
2. 0+<fisk<presmolt	19
3. Presmolt (>11cm)	9,5
Totalt	44,5



## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Brekkeelven var alle normale, d.v.s at det ikke ble funnet strukturelle endringer på noen av dem. Det var antydning til aluminiumsutfelling på den en av de undersøkte gjellene, men dette er noe usikkert. På de andre gjellene ble det ikke påvist aluminiumsutfelling med den anvendte fargemetoden (tabell 4.6).

*TABELL 4.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret fanget på den sjøørreteførende strekningen i Brekkeelven 21. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	128	151	133	129	136
Alder (år)	2+	3+	2+	2+	2+
Gjelle skader	Normal	Normal	Al+?	Normal	Normal

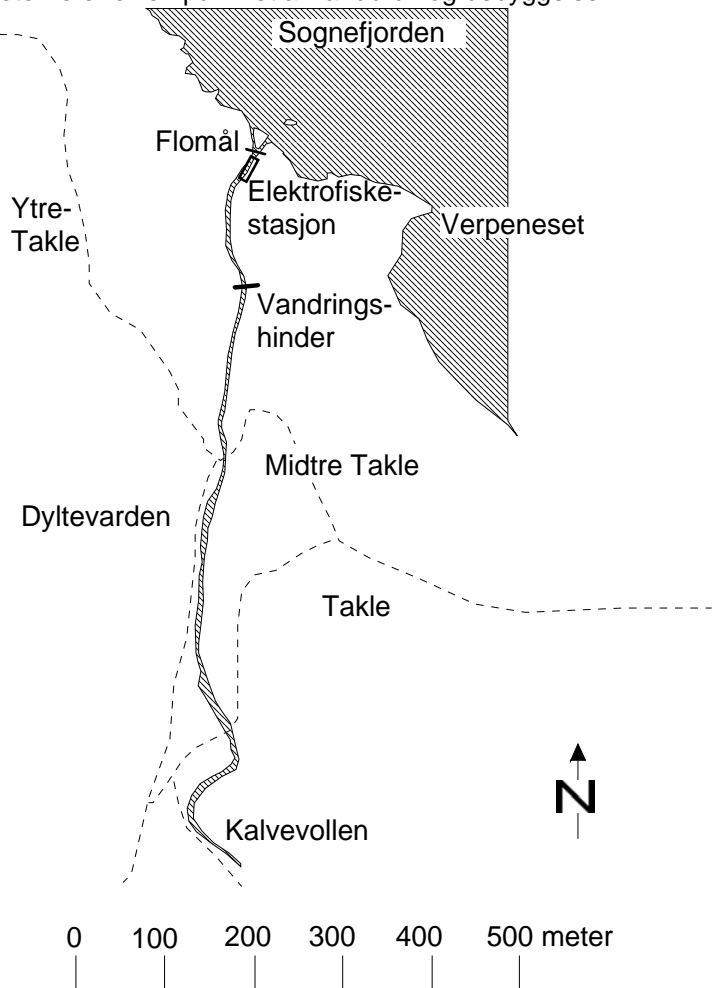
## KONKLUSJON

Brekkeelven har gode gyte og oppvekstområder for ungfisk. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være bra for sjøørret, mens forsuringsindeksen indikerer at det til tider er noe lavere pH enn målt i vannprøven. Tetthetene av årsyngel og presmolt var høy i elven og bekrefter at forholdene for fisk er gode. Alle de undersøkte gjellene var normale og det ble heller ikke påvist aluminium på gjellene.



## 5. TAKLEELVEN

Taklevassdraget (069.2Z) renner ut i Sognefjorden ved Takle nord i kommunen. Vassdraget drenerer områder som ligger opp mot 670 m.o.h. Den eneste innsjøen i vassdraget er Taklevatnet 292 m.o.h. Det vannet som ikke kommer fra Taklevatnet renner gjennom Takledalen som er en relativt bratt og trang dal med rask avrenning. Elven fra Taklevatnet renner sammen med elven fra Takledalen like ovenfor Kalvevollen. På de nederste 400 til 500 meterne er elven påvirket av landbruk og bebyggelse



*FIGUR 5.1: Nedre del av Takleelven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen som ble elektrofiske 21. oktober 1996 er avmerket (UTM-koordinat: LN 045 717), bunndyr- og vannprøvetaking ble utført i samme område.*

## VANNKVALITET

Av tidligere vannkjemiske undersøkelser finnes det ingen fra den delen som har anadrom laksefisk, men det ble tatt vannprøver to steder lenger opp i vassdraget våren og høsten 1996 i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for kommunen. Ved prøvetaking om våren var pH 5,0 og 5,1, mens den var 5,2 og 5,3 om høsten (Bjørklund & Hellen 1997).

I forbindelse med denne undersøkelsen høsten 1996 ble det tatt en vannprøve som er analysert for en rekke parametere (tabell 5.1). Det var da pH på 5,94, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er noe bedre nederst i vassdraget enn lenger opp. Innholdet av labil aluminium ble målt til



19 µg/l noe som er under det som er direkte skadelig for sjøørret. Den syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var 43,7 µekv/l og kalsiumkonsentrasjonen ble målt til å være 1,03 mg/l. Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene er bra for sjøørreten. Det er imidlertid viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

TABELL 5.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Takleelven i forbindelse med elektrofiske den 21.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	TAKLEELVEN
Farge	mg Pt/l	21
Surhet	pH	5,94
Kalsium	mg Ca/l	1,03
Magnesium	mg Mg/l	0,32
Natrium	mg Na/l	2,16
Kalium	mg K/l	0,31
Sulfat	mg S/l	2,0
Klorid	mg Cl/l	3,1
Nitrat	µg N/l	90
Reak. alum.	µg Al/l	39
Illab. alum.	µg Al/l	20
Labill alum.	µg Al/l	19
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	43,7

## BUNNDYR

Det er ikke tidligere gjort undersøkelser av bunndyrfaunaen i elven. Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 21. oktober viste at elven var sterkt påvirket av forsurening og det ble bare funnet forsureningstolerante arter i elven. Elven ble derfor indeksert til verdien 0. Dette indikerer at pH til tider er lavere enn 5,0 i elven.

TABELL 5.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Takleelven 21. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsureningstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Plecoptera / steinfluer	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	0
	<i>Brachyptera risi</i>	165	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	36	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	51	0
	<i>Nemoura</i> sp. (små)	1	
	<i>Leuctra hippopus</i>	14	0
Trichoptera / vårfluer		10	
Chironomidae / fjærmygg		54	
Simuliidae / knott		34	
Tipulidae / stankelbein		5	
Forsuringsindeks	indeks 1	0	
	indeks 2	0	



## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon hvor 100m<sup>2</sup> ble overfisket (figur 5.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk i Takleelven. Elven var stri og det var relativt begrenset med gode oppvekstområder for ungfisk. At vannføringen var stri gjorde også forholdene for elektrofiske vanskelige.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 17 ørretunger. Tettheten var 22,2 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 19,2. (tabell 5.3). I det området det ble fisket på er elven ca 5 meter bred. Bunnsubstratet består av stein og grus med noe sand innimellom, det var lite begroing i elven. Den største av de fangete fiskene var en ørret som hadde vært en sommer i sjøen, og det var fremdeles lakselus på den, noe som viser at den hadde gått opp i elven i løpet av den siste uken (Grimnes m.fl. 1996).

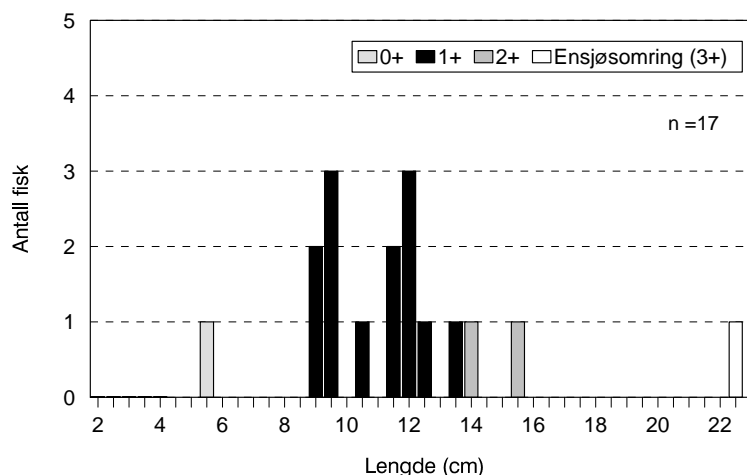
*TABELL 5.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, Tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Takleelven den 21.oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.*

KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	11	3	1	15	19	2,0	0,71
Med årsyngel	12	3	2	13	22	3,3	0,71

### ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen der de ulike aldersklassene er avmerket (figur 5.2) viser at ettåringen (1+) er den dominerende aldersgruppen i elven. Det ble bare funnet en årsyngel i elven, denne var 5,6 cm lang. Ettåringene var fra 9,4 til 13,6 cm. Toåringene i elven var fra 14,2 til 15,9 cm, og treåringen som ble fanget var 22,8 cm men denne hadde tilbrakt en sommer i sjøen, og hadde dermed ekstra god vekst den siste sommeren. Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er ingen overlapp i lengdene mellom noen av aldersgruppene.

*FIGUR 5.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Takleelven den 21. oktober 1996 (n=17). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f.eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.*



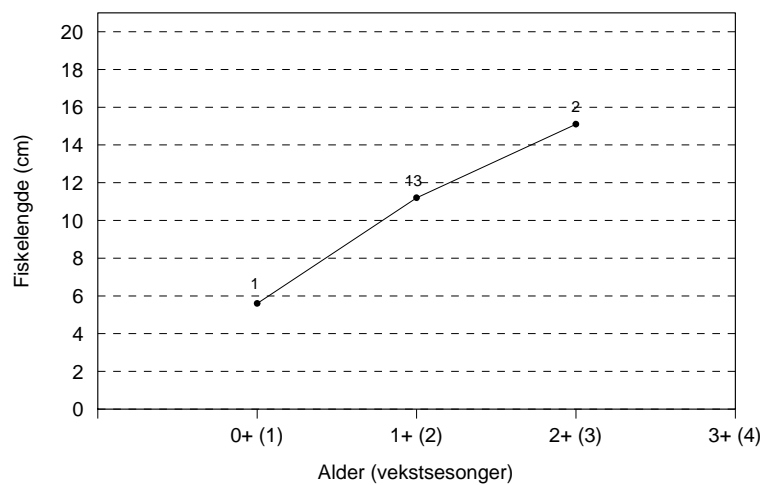


TABELL 5.4: Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Takleelven den 21. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+ (4)
Antall	1	13	2	1
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	56	112 $\pm$ 15	151 $\pm$ 12	228
Min.- maks. (mm)		94-136	142-159	

Ørretungene er i gjennomsnitt 51 mm etter en vekstsesong, 112 mm etter to vekstsesonger og 151 mm etter tre vekstsesonger.

FIGUR 5.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 21. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Takleelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 5.4.



I Takleelven antar vi at alle fiskene som er større enn 10 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 10 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 10 cm blir stående igjen et år til. Smoltifiseringsalderen i elven ser ut til å være 2-3 år. Ved elektrofisket i 1996 ble det fanget 10 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 5.5).

TABELL 5.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Takleelven 21. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	1
2. 0+<fisk<presmolt	5
3. Presmolt (>11cm)	10
4. Ensjøsomrig	1
Totalt	17



## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Takleelven var alle normale, men tre av de undersøkte fiskene hadde utfelling av aluminium på gjellene. Det var antydning til utfelling av aluminium på gjellene til de to andre ørretene, men dette er noe usikkert (tabell 5.6).

*TABELL 5.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret fanget på den anadrome strekningen i Takleelven 21. oktober 1996. Forkortingene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	124	142	159	116	136
Alder (år)	1+	2+	2+	1+	1+
Gjelle skader	Al+?	Al+	Al+?	Al+	Al+

## KONKLUSJON

Takleelven har relativt begrensede områder med gode oppvekstforhold for ungfisk. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være brukbare for sjøørret, mens forsøringsindeksen indikerer at det til tider er noe lavere pH enn målt i vannprøven. Tetthetene av årsyngel var lav i elven, men ut fra habitatet og de hydrologiske forholdene i elven var det heller ikke forventet å finne høye tettheter av denne årsklassen. Tettheten av presmolt var imidlertid god, og det har trolig ikke vært noen episoder med dårlig vannkvalitet som har påvirket overlevelsen av fisk de foregående årene. Fisken i elven så og ut til å ha god vekst i de første leveårene. Det ble påvist aluminiumsutfelling på tre av de undersøkte gjellene, men det ble ikke funnet gjelleskader på noen av fiskene.

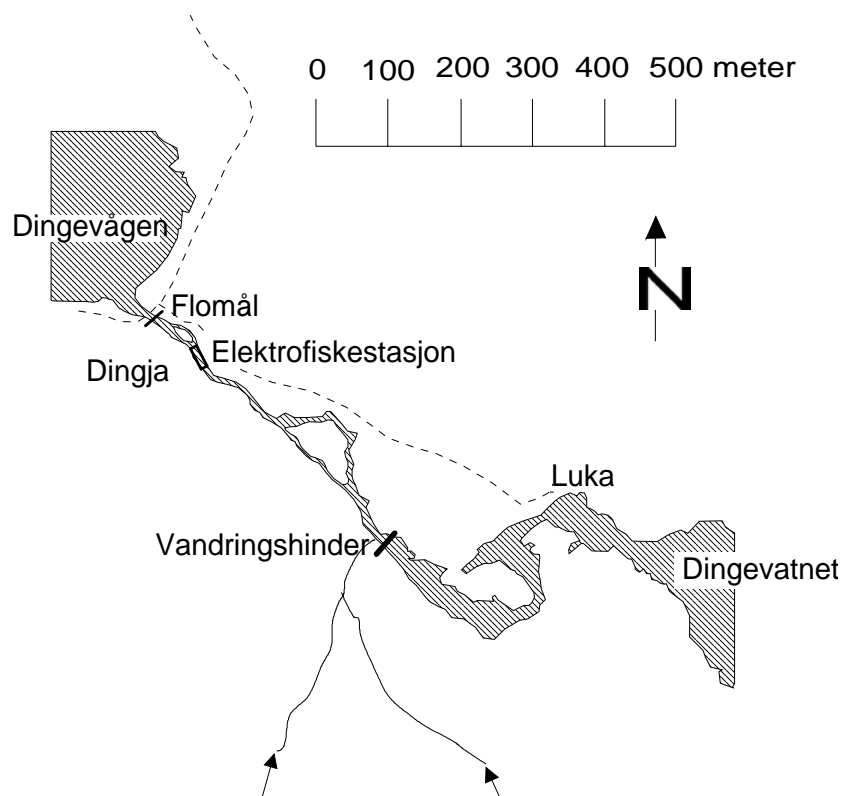






## 6. DINGJAELVEN

Dingevassdraget (068.9Z) er det nord-vestligste vassdraget i kommunen og renner ut i Dingevågen ved Sognesjøen ved Dingja. Nedslagsfeltet er dominert av de to store lavtliggende innsjøene: Brossvikvatnet og Dingevatnet. Nedslagsfeltet er hovedsakelig lavtliggende med store myr- og skogområder, men det strekker seg opp til 650 m.o.h. på sitt høyeste, den høyestliggende innsjøen er det østre av Bjørndalstjerna ca 600 m.o.h. Nedslagsfeltet er relativt lite påvirket av menneskelig aktivitet og bebyggelse finnes hovedsakelig ved utløpet til sjøen. Det har foregått bekkekalking i vassdraget i flere år og i tillegg er Brossvikvatnet innsjøkalket siden 1994.



FIGUR 6.1: Nedre del av Dingjaelven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen for elektrofiske er avmerket (UTM -koordinat: KN 868 721), bunndyr- og vannprøvetaking ble utført i samme område.

## VANNKVALITET

Tidligere vannkvalitetsundersøkelser for Dingevassdraget ble sammenstilt i 1995 og omhandler både vannkjemiske undersøkelser og biologiske undersøkelser av bunndyr i vassdraget (Bjørklund 1995). I tillegg er det utført undersøkelser av pH og farge to steder i vassdraget i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen Kommune (Bjørklund & Hellen 1997). I forbindelse med denne undersøkelsen ble det tatt en vannprøve som er analysert for en rekke parametere (tabell 6.1).

I sammenstillingen fra 1995 ble vassdraget vurdert som meget surt med et høyt innhold av aluminium og et lavt innhold av organisk stoff. Målingene av pH i Brossvikvatnet og i Dingevatnet i perioden 1991-1993



viste pH stabilt rundt pH 4,7 hele året, og innholdet av labil aluminium var rundt 100 µg/l i begge innsjøene.

Vår og høstmålingene som ble tatt to plasser i vassdraget i forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplanen for kommunen hadde pH 4,8 og 5,1 om våren og pH 5,0 og 5,4 om høsten. Det sistnevnte målepunktet var i Dingevatnet like oppstrøms den anadrome strekningen

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvafiske 22. oktober 1996 viste en pH på 5,58, noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er bedre nederst i vassdraget. Det er ikke uvanlig at pH er bedre i utløpet av en innsjø enn i innløpsbekker. Innholdet av labil aluminium ble målt til 31 µg/l. Verdiene av labil aluminium var så høy at det ikke kan utelukkes at det kan være skadelig for sjøørretsmolt.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble målt til 22,3 µekv/l, og kalsiumkonsentrasjonen var 0,95 mg/l (tabell 6.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for sjøørret er relativt god i elven, men at innholdet av labil aluminium tidvis kan komme opp i skadelige konsentrasjoner.

*TABELL 6.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Dingjaelven i forbindelse med elektrofiske den 22.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	DINGJAELEN
Farge	mg Pt/l	19
Surhet	pH	5,58
Kalsium	mg Ca/l	0,95
Magnesium	mg Mg/l	0,48
Natrium	mg Na/l	3,87
Kalium	mg K/l	0,28
Sulfat	mg S/l	2,1
Klorid	mg Cl/l	6,6
Nitrat	µg N/l	2,1
Reak. alum.	µg Al/l	66
Illab. alum.	µg Al/l	31
Labil alum.	µg Al/l	35
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	22,3

## BUNNDYR

En biologisk undersøkelse av bunndyr ved utløpet av Dingevatnet i mai 1992 viste at bunndyrsfaunaen var sterkt påvirket av surhet, og bare meget forsuringstolerante arter ble funnet. I følge forsuringindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven da indeksert til verdien 0.

Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 21. oktober viste at elven fremdeles var påvirket av surhet, men det ble funnet 11 individer av den moderat forsuringstolerante steinflueslekten *Isoperla* sp. (tabell 6.2). Elven ble derfor indeksert til verdien 0,5, som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsuring ikke har vært lavere enn pH 5,0 i den foregående sesongen.

*TABELL 6.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Dingjaelven 22. oktober 1996. Forsuringindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante*



organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Acari / midd		6	
Plecoptera / steinfluer	<i>Isoperla</i> sp.	11	0,5
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	21	0
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	61	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	332	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	17	0
Trichoptera / vårfluer		128	
Chironomidae / fjærmygg		385	
Simuliidae / knott		2	
Tipulidae / stankelbein		23	
Forsuringsindeks	indeks 1		0,5
	indeks 2		0,5

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon hvor 100 m<sup>2</sup> ble avfisket (figur 6.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk i Dingjaelven.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 28 ørretunger. Tettheten var 31,2 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 11,4 (tabell 6.3). I det området det ble fisket på er elven ca 15 meter bred. Bunnsubstratet består av stein og grus med noe sand innimellom. Elven var noe stri noe som gjorde det vanskelig å fiske. I tillegg til ungfisken som ble fanget ble det observert to større ørret som hadde vært i sjøen trolig to somrer og to rømte oppdrettslaks.

*TABELL 6.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiskeomgangene, tetthetsestimater, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Dingjaelven den 22. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.*

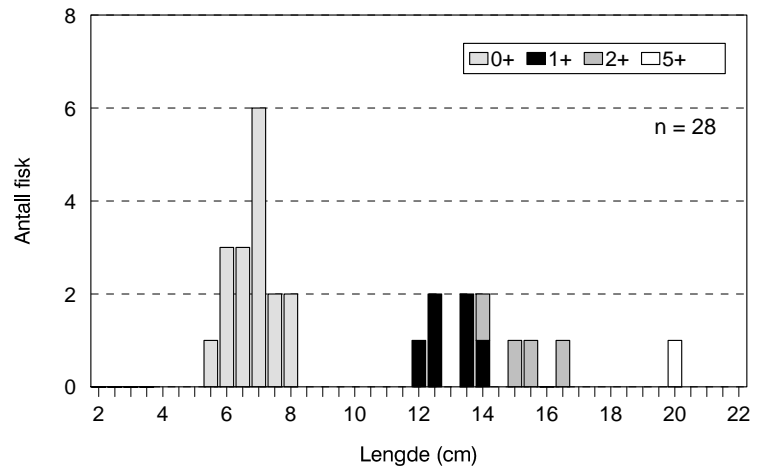
KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimater antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	9	0	2	11	11,36	1,63	0,68
Med årsyngel	18	5	5	28	31,17	6,76	0,53



## ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen der de ulike aldersklassene er avmerket (figur 6.2) viser at årsyngelen (0+) er den dominerende aldersgruppen i elven. Disse varierer i lengde fra 5,6 til 8,1 cm. Det ble fanget seks ettåringer som var i lengdeintervallet mellom 12,2 og 14,4. Det var en liten overlapning i lengdene mellom ettåringer og toåringer, da den minst toåringen var 14,3 cm. Det ble i tillegg funnet en fem år gammel hunnfisk, med tydelig stagnert vekst det siste året.

*FIGUR 6.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Dingjaelven den 22. oktober 1996 (n=28). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f.eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.*



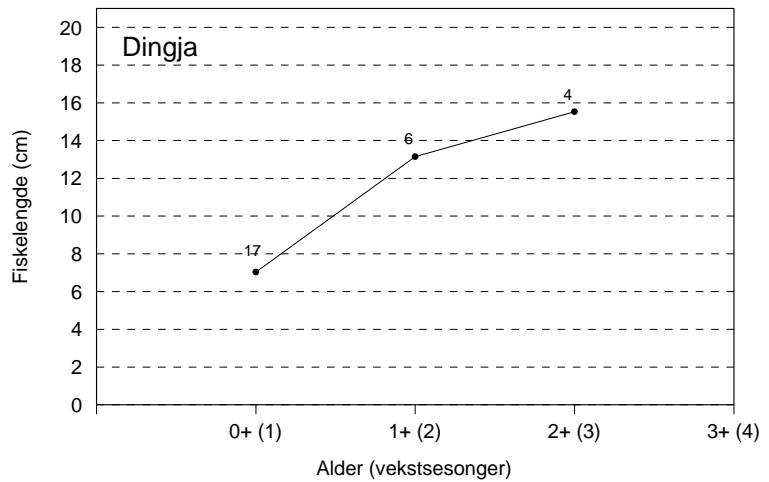
*TABELL 6.4: Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Dingjaelven den 22. oktober 1996.*

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+ (4)
Antall	17	6	4	1
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	70,29 $\pm$ 6,55	131,50 $\pm$ 8,24	155,25 $\pm$ 10,21	200
Min.- maks. (mm)	56-81	122-144	143-167	-

Ørretungene er i gjennomsnitt 70 mm etter en vekstsesong, 131 mm etter to vekstsesonger og 155 mm etter tre vekstsesonger. Tabell 6.4 og figur 6.3 kan gi inntrykk av at det er en markert vekststagnasjon den tredje vekstsesongen. Dette er trolig misvisende fordi dette antakelig skyldes at de største toåringene har gått ut om våren, og dermed ikke er med i vekstestimatet. Bare de minste toåringene er blitt igjen på elven og danner grunnlaget for vekstestimatet.



FIGUR 6.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 22. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Dingjaelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 6.4.



I Dingjaelven antar vi at alle fiskene som er større enn 10 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 10 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 10 cm blir stående igjen et år til. Fisken i Dingjaelven har god vekst, og mesteparten av ørreten smoltifiserer som toåringer, mens noen ikke går ut før de er tre år. Ved elektrofiske i 1996 ble det fanget 11 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 6.5).

TABELL 6.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Dingjaelven 22. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	17
2. 0+<fisk<presmolt	0
3. Presmolt (>11cm)	11
Totalt	28



## GJELLEUNDERSØKELSER

Undersøkelsen av gjellene fra ørret i Dingjaelven viste at det var små/ubetydelige hyperplastiske og hypertrofiske endringer på en fisk. De andre gjellene var normale. Det var ble ikke påvist utfelling av aluminium på noen gjellene med den anvendte fargemetoden (tabell 6.6).

*TABELL 6.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret fanget på den anadrome strekningen i Dingjaelven 22. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	159	143	144	136	135
Alder (år)	2+	2+	1+	1+	1+
Gjelle skader	Normal	Ht <sub>1</sub> /Hp <sub>2</sub>	Normal	Normal	Normal

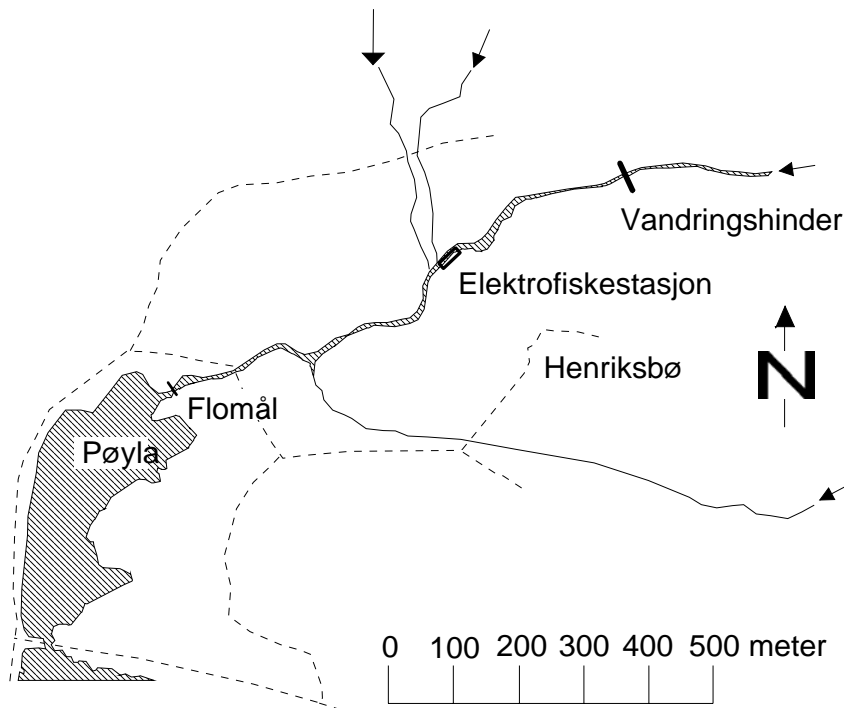
## KONKLUSJON

Dingjaelven har gode gyteforhold mens områdene med gode oppvekstvilkår for ungfisk er mer begrenset. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være bra for sjørret, men det kan ikke utelukkes at innholdet av labil aluminium til tider kan være så høyt at det kan være skadelig for sjørretsmolten. Forsuringsindeksen bekrefter at pH i vassdraget er relativt god og aldri under 5,0. Tetthetene av årsyngel og presmolttettheten var relativt god i elven. Av de undersøkte gjellene var det små skader på en fisk, mens det ikke ble påvist aluminiumsutfelling på noen gjeller.



## 7. MIDTTUNELVEN

Midttunvassdraget (068.72Z) renner ut i Gulafjorden ca en kilometer øst for Eivindvik. Nedslagsfeltet på 16 km<sup>2</sup> har bare to små innsjøer, begge er mindre enn 0,05 km<sup>2</sup> og ligger rundt 50 meter over havet. Nedslagsfeltet går på sitt høyeste opp mot 660 meter ved Kvitebergnova, men store deler av nedslagsfeltet er lavereiggende skogkleddede områder. Midttunelven drenerer i de nederste delene områder som er sterkt påvirket av landbruk og har spredt bebyggelse. Det har i perioden 1992-1994 vært lagt ut 1-2 tonn kalk i bekkene til Midttunvatnet oppstrøms den anadrome strekningen.



FIGUR 7.1: Nedre del av Midttunelven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen for elektrofiske er avmerket (UTM-koordinat: KN 890 681), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.

## VANNKVALITET

Vannkjemiske undersøkelser i vassdraget er tidligere sammenstilt av Bjørklund (1995). Vassdraget ble karakterisert som meget surt, periodevis med pH rundt 4,5 (vinteren 1992 og 1993). Innholdet av total og labil aluminium har også til tider vært svært høyt, og i mars 1993 ble det målt verdier på henholdsvis 212 og 158 µg/l. Disse pH og aluminiumsverdiene er ekstremer og var trolig forårsaket av sjøsaltepisoder vintrene i 1992 og 1993.

Som en del av utarbeidelsen av kalkingsplan for Gulen Kommune (Bjørklund og Hellen 1997) ble pH og farge undersøkt et sted i vassdraget våren og høsten 1996. pH var ved disse prøvetakingstidspunktene henholdsvis 5,0 og 5,1.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvefisket 22. oktober 1996 viste en pH på 5,19,





noe som bekrefter at vannkvaliteten gjennomgående er sur i vassdraget. Innholdet av labil aluminium ble målt til 50 µg/l.

Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) ble målt til 12,3 µekv/l i oktober 1996 og samtidig var kalsiumkonsentrasjonen 0,51 mg/l (tabell 7.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer at de vannkjemiske forholdene for anadrom fisk er relativt marginale, men det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

*TABELL 7.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Midttunelven i forbindelse med elektrofiske den 22.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	MIDTTUNELVEN
Farge	mg Pt/l	20
Surhet	pH	5,19
Kalsium	mg Ca/l	0,51
Magnesium	mg Mg/l	0,33
Natrium	mg Na/l	2,4
Kalium	mg K/l	0,27
Sulfat	mg S/l	1,7
Klorid	mg Cl/l	4
Nitrat	µg N/l	40
Reak. alum.	µg Al/l	84
Illab. alum.	µg Al/l	34
Labil alum.	µg Al/l	50
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	12,3

## BUNNDYR

En bunndyrprøve tatt i utløpet av Midttunelven 22. oktober 1996, viste at bunndyrsfaunaen var påvirket av surhet, men det ble funnet tre individ av den moderat forsuringstolerante steinflueslekten *Isoperla*. I følge forsuringindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven indekset til verdien 0,5, som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsuring ikke har vært dårligere enn pH enn 5,0 så lenge indikatorartene har levd i elven. Dette betyr at pH målingene utført våren og høsten 1996 antakelig har vært tatt når vannkvaliteten har vært på sitt dårligste med hensyn på forsuring.



TABELL 7.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Midttunelven 22. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Ephemeroptera / døgnfluer	<i>Leptophlebia marginata</i>	4	0
Plecoptera / steinfluer	<i>Isoperla</i> sp.	3	0,5
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	0
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	4	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	1	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	8	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	1	0
Trichoptera / vårfluer		2	
Chironomidae / fjærmygg		2	
Simuliidae / knott		1	
Forsuringsindeks	indeks 1		0,5
	indeks 2		0,5

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon hvor 90m<sup>2</sup> ble overfisket (figur 7.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen undersøkelse av ungfisk i Midttunelven. Det ble ikke fisket helt nederst i Midttunelven fordi hovedelven nedstrøms innløpet fra sideelven nedenfor elektrofiskestasjonen var svært grumset, pga graveaktivitet i sideelven. Vannføringen var liten, men stigende ved elektrofisket og vanntemperaturen var 8 °C.

## TETTHET

Totalt ble det fanget 36 ørretunger i elven. Tettheten var 43 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 17 (tabell 7.3). I det området det ble fisket på er elven ca 7 m bred. Bunnsstratet består av stein med noe grus innimellom. Elven går langs en eng med kraftig kantvegetasjon. Det så ut til å være relativt gode oppvekst og gyteforhold i elven.

TABELL 7.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiskeomgangene, tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Midttunelven den 22. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

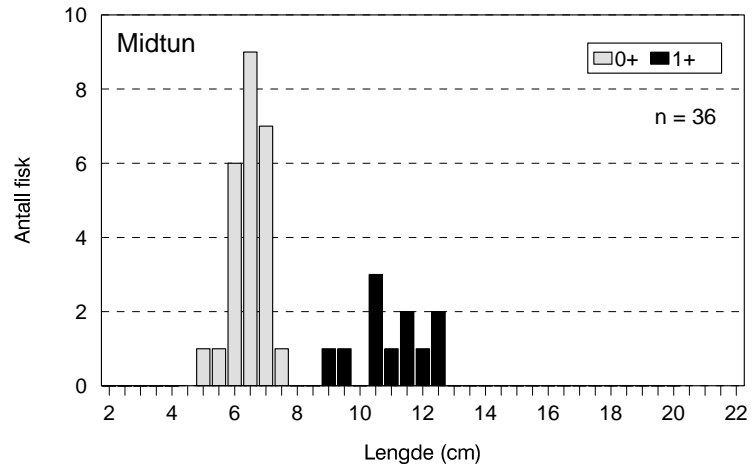
KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	6	2	3	11	17,04	16,48	0,34
Med årsyngel	24	7	5	36	42,95	5,98	0,59



## ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen der de ulike aldersklassene er avmerket (figur 7.2) viser at årsyngel og ettåringer (1+) er de eneste aldersgruppene i elven. Årsyngelen strekker seg fra 5,2 cm til 7,5 cm. Ettåringene i elven var i lengdegruppen fra 9,4 cm til 12,6 cm.

**FIGUR 7.2:** Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Midttunelven den 22. oktober 1996 (n = 36). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f.eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.

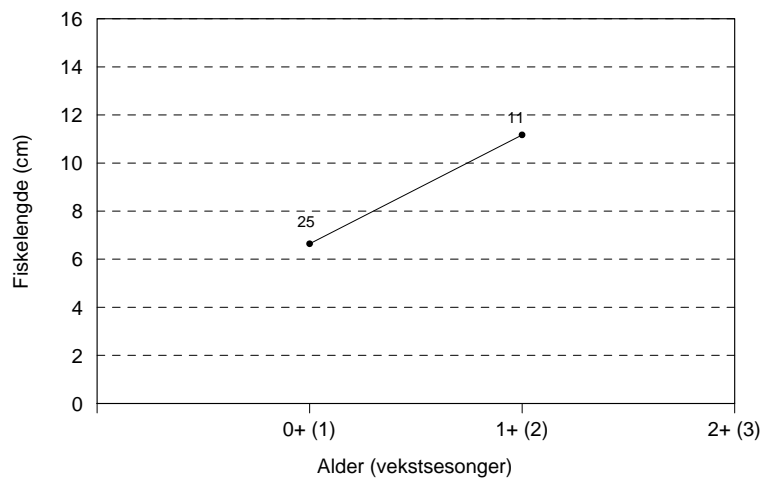


**TABELL 7.4:** Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Midttunelven den 22. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)	
	0+ (1)	1+ (2)
Antall	25	11
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	66,0 $\pm$ 5,7	111,7 $\pm$ 11,0
Min.- maks. (mm)	52-75	94-126

Ørretungene er i gjennomsnitt 66 mm etter en vekstsesong, 112 mm etter to vekstsesonger.

**FIGUR 7.3:** Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 22. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Midttunelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 7.4.





I Midttunelven antar vi at alle fiskene som er større enn 10 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 10 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 10 cm blir stående igjen et år til. Ut fra veksten til ørreten i elven ser det ut til at mesteparten av ørreten smoltifiserer etter to år, mens resten går ut den neste vår. Ved elektrofisket i 1995 ble det fanget 10 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 7.5).

TABELL 7.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Midttunelven 22. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	27,8
2. 0+<fisk<presmolt	2,2
3. Presmolt (>11cm)	10,0
Totalt	40,0

## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Midttunelven var alle normale med unntak av to ørret. Disse hadde ubetydelige endringer av hyperplastisk karakter på den undersøkte gjellebuen. Det ble påvist aluminiumsutfelling på en av de fem undersøkte gjellene, mens det var antydning til aluminiumsutfelling på to av gjellene. På de to siste gjellebuene ble det ikke påvist aluminiumsutfelling med den anvendte fargemetoden (tabell 7.6).

TABELL 7.6: Strukturelle endringer på gjeller fra fem ørret fanget på den anadrome strekningen i Midttunelven 22. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	123	125	126	116	113
Alder (år)	1+	1+	1+	1+	1+
Gjelle skader	Al+?	Al+?	Hp1	Al+/Hp1	Normal

## KONKLUSJON

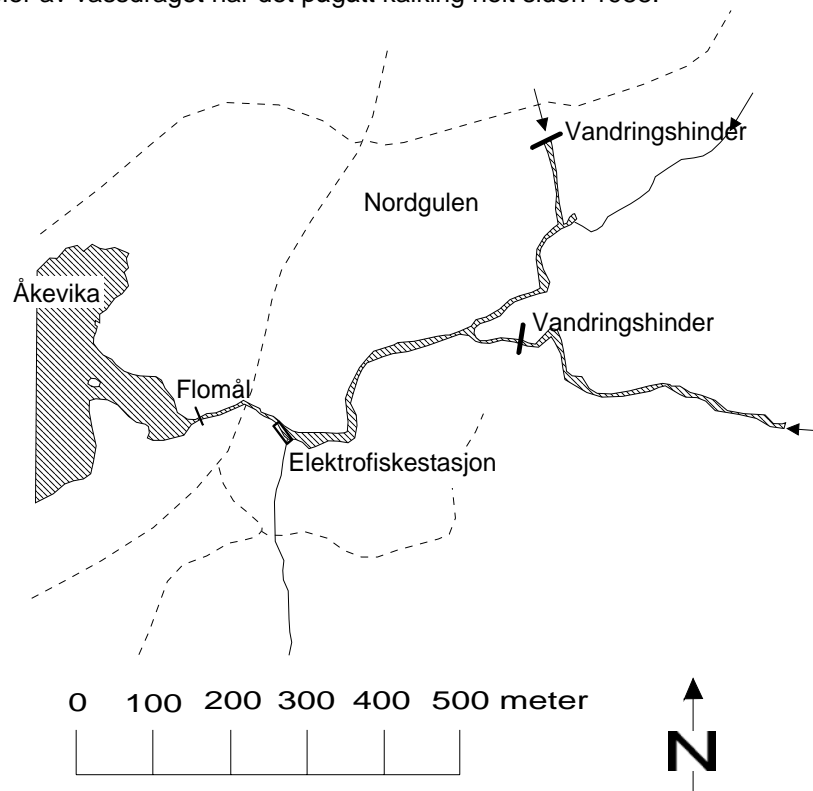
Midttunelven så ut til å ha gode gyte og oppvekst områder for ungfisk. Ut fra målingene av vannkvaliteten på den anadrome strekningen ser forholdene ut til å være marginale for sjørørret, og det kan periodevis være problemer med forsurening for ørreten. Inntrykket fra forsøringsindeksen, som var 0,5, indikerer imidlertid at vannprøvene ble tatt på et tidspunkt hvor pH var ned mot sitt laveste. Tetthetene av årsyngel var bra og det var bra tetthet av presmolt, men det ble bare funnet ungfisk som var rekruttert i 1995 og 1996. Det var og forventet å finne fisk fra 1994 årsklassen. Dette kan tyde på at det har vært rekrutteringssvikt i elven tidligere. Det ble funnet små/ubetydelige skader på to av de undersøkte gjellene, en av disse hadde også utfelling av aluminium på gjellen.





## 8. NORDGULELVEN

Nordgulenvassdraget (068.7Z) renner ut i Sognefjorden ved Nordgulen innerst i Nordgulfjorden, øst i Gulen kommune. Vassdraget er avgrenset av Nesfjellet i sør, Blåfjellet i øst, Dalbotnfjellet i Nord og Brossviksåta i vest og har også sitt utspring fra disse områdene, som ligger opp til like over 700 m. o. h. De højestliggende innsjøene er Bjørndalstjerna ca 600 m. o. h. men det er flere innsjøer som ligger over 500 m.o.h. i vassdraget. De lavtliggende delene av vassdraget har en del skogkledde områder, her ligger også de største innsjøene. En finner også en del bebyggelse og jordbruk langs de nedre delene av vassdraget. I deler av vassdraget har det pågått kalking helt siden 1988.



FIGUR 8.1: Nedre del av Nordgulelven med anadrom strekning opp til vandringshinderene. Stasjonen for elektrofiske er avmerket (UTM -koordinat: KN 938 672), bunndyr- og vannprøvetaking ble utført i samme område.

### VANNKVALITET

Tidligere vannkvalitetsundersøkelser (1987-1990) for Nordgulenvassdraget ble sammenstilt i 1995 (Bjørklund 1995). I tillegg er det tatt prøver med hensyn på pH og farge fem stederer oppe i vassdraget i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen Kommune (Bjørklund og Hellen 1997). I tillegg er det tatt en vannprøve, som er analysert for en rekke parametere (tabell 8.1), i forbindelse med denne undersøkelsen høsten 1996.

I sammenstillingen fra 1995 ble vassdraget vurdert som surt med et høyt innhold av aluminium og et lavt



innhold av organisk stoff. pH-verdiene i vassdraget lå noe under 5,0 i de høystliggende innsjøene, og rundt 5,2 i Søndre Nordgulvatnet som er lavtliggende. Vassdraget hadde ingen bufferkapasitet, med alkalitet på 0  $\mu\text{ekv/l}$  og ANC-verdier rundt -20  $\mu\text{ekv/l}$ . Konsentrasjonene av labil aluminium i den lavtliggende innsjøen, Nordre Nordgulvatnet var 51  $\mu\text{g/l}$  i 22. oktober 1990.

Målingene av pH utført i ulike tilførselsgreiner til vassdraget i 1996 hadde verdier mellom 4,9 og 5,1 om våren og mellom 4,9 og 5,2 om høsten.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvefiske 22. oktober 1996 viste en pH på 5,34 noe som indikerer at vannkvaliteten med tanke på surhet trolig er bedre nederst i vassdraget. Dette kan ha sammenheng med avrenning fra jordbruksområder i de nedre delene av vassdraget. Innholdet av labil aluminium ble målt til 34  $\mu\text{g/l}$ , noe som er under den konsentrasjonen som er skadelig for fisk i ferskvann, men er mulig marginal for sjøørretsmolten.

Den syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var i 16,3  $\mu\text{ekv/l}$  og kalsiumkonsentrasjonen ble målt til å 0,58 mg/l i Nordgulelven, oktober 1996 (tabell 8.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene er dødelig for laks, og at de til tider kan være marginale for anadrom ørret. Det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

*TABELL 8.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Nordgulelven i forbindelse med elektrofiske den 22.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.*

PARAMETER	ENHET	NORDGULELVEN
Farge	mg Pt/l	16
Surhet	pH	5,34
Kalsium	mg Ca/l	0,58
Magnesium	mg Mg/l	0,28
Natrium	mg Na/l	2,05
Kalium	mg K/l	0,25
Sulfat	mg S/l	1,5
Klorid	mg Cl/l	3,3
Nitrat	$\mu\text{g N/l}$	90
Reak. alum.	$\mu\text{g Al/l}$	57
Illab. alum.	$\mu\text{g Al/l}$	23
Labil alum.	$\mu\text{g Al/l}$	34
Syrenøytral.kap.	ANC $\mu\text{ekv/l}$	16,3

## BUNNDYR

Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 22. oktober 1996 viste at vassdraget er sterkt påvirket av forsurening og det ble bare funnet forsureningstolerante bunndyrsarter (tabell 8.2). Elven ble derfor indeksert til verdien 0 som betyr pH har vært lavere enn 5, 0 i perioder.



TABELL 8.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Nordgulelven 22. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Oligochaeta / fåbørstemark		44	
Plecoptera / steinfluer	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	0
	<i>Brachyptera risi</i>	1	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	2	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	18	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	21	0
	<i>Leuctra</i> sp. (små)	1	
	Ubestemte (m. små)	2	
Trichoptera / vårfluer		7	
Chironomidae / fjærmygg		61	
Tipulidae / stankelbein		1	
Forsuringsindeks	indeks 1		0
	indeks 2		0

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon hvor 100m<sup>2</sup> ble overfisket (figur 8.1). Vannføringen var litt under normal ved elektrofisket og vanntemperaturen var 8,5 °C. Det så ut til å være gode oppvekst- og gyteforhold i elven. Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen omfattende undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Nordgulelven.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 51 ørretunger i elven. Tettheten var 55 ørret pr 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 33 (tabell 8.3). I det området det ble fisket på var elven 20 til 50 cm dyp. Bunnssubstratet bestod av grus og sand. Det var litt begroing i elven, men på store partier var substratet rent. Elven var nokså sakteflytende i det avfiskede området. Elven var en av de største som ble undersøkt og har et stort potensiale for produksjon av ungfisk

TABELL 8.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Nordgulelven den 22. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	18	12	1	31	32,98	4,46	0,61
Med årsyngel	31	15	5	51	55,26	7,07	0,57

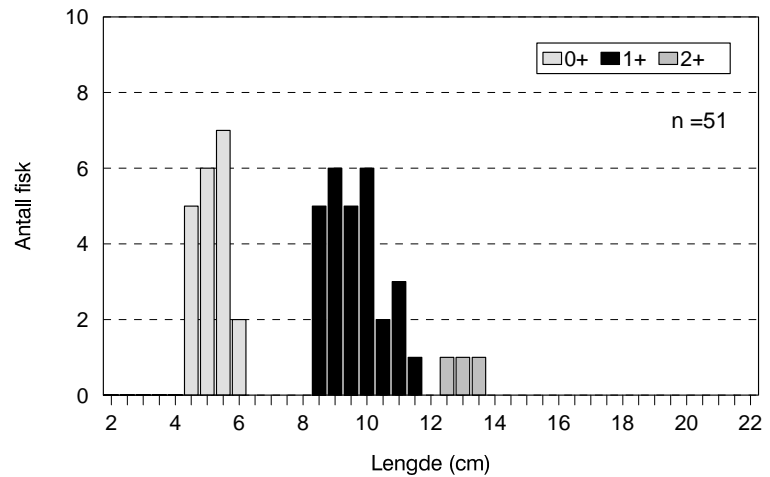




## ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen av ørret viser to hovedgrupper, den ene er årsunger som er fordelt i lengdeintervallet 4,7 - 6,3 cm med en gjennomsnittslengde på 54 mm. Den andre gruppen er ettåringer som gjennomsnittlig er 98 mm. I tillegg er det en liten gruppe med toåringer, som alle faller i lengdeintervallet mellom 12,7 og 13,8 cm (figur 8.2). Årsklassene 1+, 2+ og har henholdsvis to og tre vekstsesonger bak seg i elva. Det er ingen overlapp i lengdene mellom noen av årsklassene som ble fanget i elven.

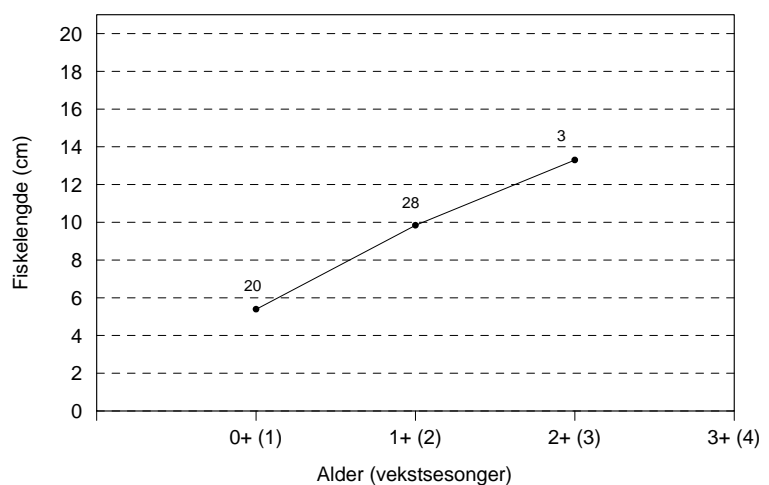
**FIGUR 8.2:** Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Nordgulelven den 22. oktober 1996 ( $n = 51$ ). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f.eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.



**TABELL 8.4:** Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Nordgulelven den 22. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)		
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)
Antall	20	28	3
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	53,9 $\pm$ 4,5	98,4 $\pm$ 8,8	133,0 $\pm$ 5,6
Min.- maks. (mm)	47-63	85-117	127-138

**FIGUR 8.3:** Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 22. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Nordgulelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 8.4.





I Nordgulelven antar vi at alle fiskene som er større enn 10 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 10 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 10 cm blir stående igjen et år til. Ut fra lengdefordeling og vekst går det fram at store deler av ørretene smoltifiserer som toåringer, mens en del smoltifiserer som treåringer. Ved elektrofisket i 1996 ble det fanget 14 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 8.5).

TABELL 8.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Nordgulelven 22. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	20
2. 0+<fisk<presmolt	17
3. Presmolt (>11cm)	14
Totalt	51

## FANGST OG GYTEBESTAND

Det finnes ingen fangststatistikk for denne elven, men innrykket hos lokalbefolkningen er at det muligens har vært en liten tilbakegang i fisket de siste årene. Til tider er det store innslag av rømt fisk fra oppdrettsanlegg, spesielt helt nederst i elven (Jarle Nordgulen pers. med.)

## GJELLEUNDERSØKELSER

Tre av de undersøkte gjellene fra ørret i Nordgulelven var normale, d.v.s at det ikke ble funnet strukturelle endringer på dem, på to av gjellene var det ubetydelige til små hypertrofiske endringer. Det ble påvist aluminiumutfelling på tre av de undersøkte gjellene, på en var det antydning til utfelling. På den siste gjellen ble det ikke påvist aluminiumutfelling med den anvendte fargemetoden (tabell 8.6).

TABELL 8.6: Strukturelle endringer på gjeller fra ørret fanget på den sjøørreteførende strekningen i Nordgulelven 22. oktober 1996. Forkortingene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	134	127	138	117	114
Alder (år)	2+	2+	2+	1+	1+
Gjelle skader	Al+	Al+?	Al+/Ht2	Ht1	Al+



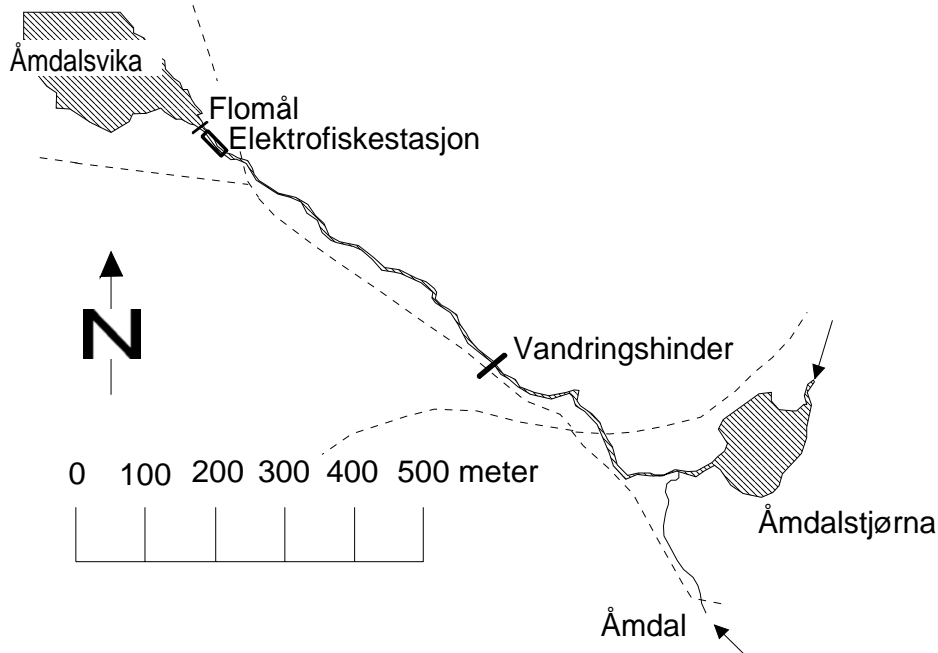
## KONKLUSJON

Nordgulelven har gode gyte og oppvekst områder for ungfisk, og de store tilgjengelige arealene gjør at det er et stort potensiale for ungfiskproduksjon i elven. Fra vannkvalitetsmålingene ser det ut som at forholdene tidvis kan være marginale for sjørørret, noe som bekreftes av forsuringsindeksen som var 0 i elven. I tider med ekstra dårlig vannkvalitet vil det være relativt stor fare for at dette kan skade ørreten i elven. Tetthetene av årsyngel var bra og det var også en bra tetthet av presmolt i elven. Det ble funnet ubetydelige til små skader på to av gjellene i Nordgulelven, og det var utfelling av aluminium på tre av dem.



## 9. ÅMDALSELVEN

Åmdalsvassdraget renner ut i Gulafjorden sentralt i Gulen Kommune. Nedslagsfeltet er bare 4 km<sup>2</sup> og det har to innsjøer, dette er Åmdalsvatnet (52 m.o.h.) og Åmdalstjørna (ca 50 m.o.h.). De høyeste delene av nedslagsfeltet strekker seg opp mot 400 meter. Åmdalselven renner gjennom Åmdalen med lite bebyggelse og jordbruksaktivitet.



FIGUR 9.1: Nedre del av Åmdalselven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen for elektrofiske er avmerket (UTM-koordinat: KN 909 629), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.

## VANNKVALITET

Det er ikke kjent at det er gjort vannkjemiske analyser av vann fra den anadrome strekningen, men vannkvaliteten ble undersøkt en gang i oktober 1990 i Åmdalsvatnet (Bjørklund 1995). pH var på dette tidspunktet 5,9, alkaliteten var lik null og innholdet av total aluminium var 128 µg Al/l, mens innholdet av labil aluminium var 39 µg/l. Den syrenøytraliserende kapasiteten var - 25 µekv/l. Som en del av utarbeidelsen av kalkingsplan for Gulen kommune (Bjørklund og Hellen 1997) ble pH og farge undersøkt samme stedet om våren og om høsten. pH var ved disse prøvetakingstidspunktene henholdsvis 5,2 og 5,1 fargetallet var ved begge tidspunktene 43.

Analysen av vannprøven samlet inn i forbindelse med prøvafiske 22. oktober 1996 viste en pH på 5,05, noe som er relativt likt det som ble målt i Åmdalsvatnet to uker tidligere. Vanligvis øker pH nedover i vassdraget, dette skyldes ofte påvirkning fra jordbruk og befolkning, dette er det lite av langs denne elven og det kan være årsaken til at en ikke får bedret pH nedover i vassdraget. Innholdet av labill aluminium ble målt til 53 µg/l og kan være være skadelig for fisk i ferskvann.



Den syrenøytraliserende kapasitet (ANC), som er et mål på vannets bufferevne, var 13,9  $\mu\text{ekv/l}$  og kalsiumkonsentrasjonen ble målt til 0,52 mg/l i Åmdalselven i oktober 1996 (tabell 9.1). Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for anadrom fisk er relativt dårlige, men det er viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

TABELL 9.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Åmdalselven i forbindelse med elektrofiske den 22.oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	ÅMDALSELVEN
Farge	mg Pt/l	28
Surhet	pH	5,05
Kalsium	mg Ca/l	0,52
Magnesium	mg Mg/l	0,33
Natrium	mg Na/l	2,26
Kalium	mg K/l	0,27
Sulfat	mg S/l	1,9
Klorid	mg Cl/l	4,2
Nitrat	$\mu\text{g N/l}$	20
Reak. alum.	$\mu\text{g Al/l}$	91
Illab. alum.	$\mu\text{g Al/l}$	38
Labil alum.	$\mu\text{g Al/l}$	53
Syrenøytral.kap.	ANC $\mu\text{ekv/l}$	13,9

## BUNNDYR

En bunndyrprøve tatt i utløpet av Åmdalselven 22. oktober 1996 viste at bunndyrsfaunaen var påvirket av surhet, og bare forsuringstolerante arter ble funnet. I følge forsuringindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven indeksert til verdien 0 som betyr at vannkvaliteten med hensyn på forsuring i perioder har vært lavere enn pH enn 5,0.

TABELL 9.2: Dyregrupper i bunndyrprøven fra Åmdalselven 22. oktober 1996. Forsuringindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Plecoptera / steinfluer	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2	0
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	3	0
	<i>Brachyptera risi</i>	2	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	14	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	23	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	20	0
Trichoptera / vårfluer		12	
Chironomidae / fjærmygg		24	
Simuliidae / knott		3	
Tipulidae / stankelbein		3	
Coleoptera / biller		3	
Forsuringindeks	indeks 1		0
	indeks 2		0



## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat over 100m<sup>2</sup> på en stasjon (figur 9.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen omfattende undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Åmdalselven. Vannføringen var ganske lav ved elektrofisket og vanntemperaturen var 8,5 °C. Områder med gode forhold for årsyngel var relativt begrenset i elven.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 30 ørretunger, men det ble ikke funnet lakseunger i elven. Tettheten var 32,1 ørret pr. 100m<sup>2</sup>, det ble ikke funnet årsyngel (tabell 9.3). I det området det ble fisket på var elven 2,5 til 3,5 meter bred og relativt grunn, med et maksimaldyp på ca 50 cm. Bunnsstratet bestod av stein, grus og sand. Strømmen i elven varierte fra nokså stri til rolig, og det var gode forhold for elektrofiske.

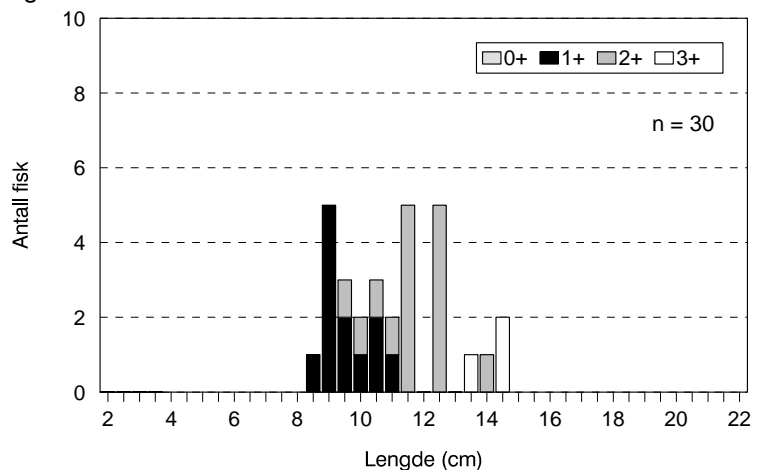
*TABELL 9.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiske omgangene, tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Åmdalselven den 22.oktober 1996.*

Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
1.	2.	3.				
19	8	3	30	32,13	4,77	0,60

### ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen av ørret viser at det er to årsklasser som dominerer, dette er ett og toåringene (figur 9.2 og tabell 9.4). Ettåringene er fra 8,7-11,2 cm lange mens toåringene er i lengdeintervallet 9,9 til 14,4 cm, og det er ganske stort overlapp i lengdefordelingene mellom de to årsklassene. Det er også overlapp i lengdefordelingen mellom to og treåringene.

*FIGUR 9.2: Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Åmdalselven den 22. oktober 1996 (n = 30). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f.eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.*



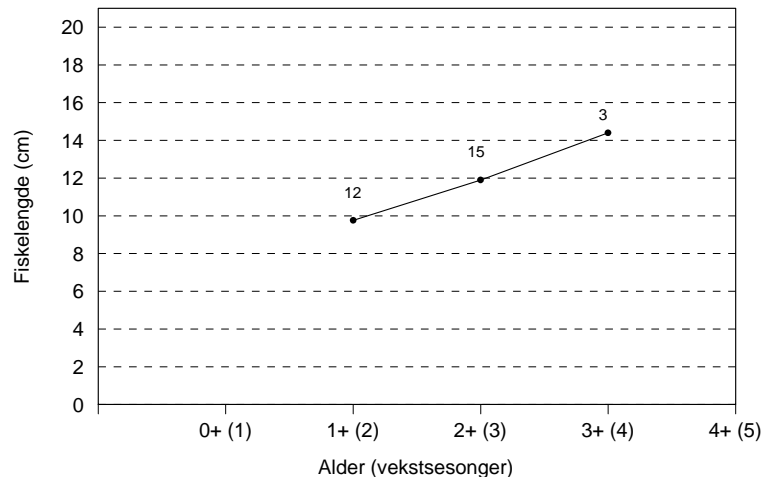


TABELL 9.4: Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Åmdalselven den 22. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+(4)
Antall	0	12	15	3
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	-	97,75 $\pm$ 7,18	119,4 $\pm$ 11,67	144 $\pm$ 6,08
Min.- maks. (mm)	-	87-112	99-144	137-148

Da det ikke ble fanget noen årsyngel i elven kan vi ikke si noe om hvor lang disse blir i løpet av en sesong. Ørretungene var imidlertid i gjennomsnitt 98 mm etter to vekstsesonger og 119 mm etter tre vekstsesonger.

FIGUR 9.3: Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 22. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Åmdalselven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 9.4.



I Åmdalselven antar vi at alle fiskene som er større enn 11 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 11 cm blir stående igjen et år til. Ut fra veksten og lengdefordelingen er det trolig at ørreten smoltifiserer etter tre år i Åmdalselven (tabell 9.4, figur 9.3). Ved elektrofisket i 1995 vart det i gjennomsnitt fanget 16 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 9.5).

TABELL 9.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Åmdalselven 22. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	0
2. 0+<fisk<presmolt	14
3. Presmolt (>11cm)	16
Totalt	30



## GJELLEUNDERSØKELSER

Det ble funnet små/ubetydelige strukturelle endringer av hyperplastisk karakter på en av de undersøkte gjellene. Det ble påvist aluminiumutfelling på en av de undersøkte gjellene, og det var antydning til aluminiumutfelling på to av dem, men dette er noe usikkert. På de to andre gjellene ble det ikke funnet aluminiumutfelling med den anvendte fargemetoden (tabell 9.6). Dette var noe overraskende med tanke på de høye konsentrasjonen av labil aluminium som var i elven.

*TABELL 9.6: Strukturelle endringer på gjeller fra ørret fanget på den sjøørretførende strekningen i Åmdalselven 22. oktober 1996. Forkortningene betyr, Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer,- fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.*

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	128	144	128	128	129
Alder (år)	2+	2+	2+	2+	2+
Gjelle skader	Al+?	Al+?/Hp1	Normal	Normal	Al+

## KONKLUSJON

Det så ut til å være noe begrenset med gode områder for årsyngel i elven. Ut fra vannkvaliteten i vassdraget ser det ut til å være relativt dårlige forhold for sjøørret i elven, spesielt med tanke på de høye verdiene av labil aluminium. Dette gjenspeiles også av bunndyrfaunaen, som gir forsuringsindeks på 0. Det ble ikke funnet årsyngel, men det var bra tetthet av presmolt. På de undersøkte gjellene ble det funnet ubetydelige skader på en, mens resten var normale. På en av gjellene ble det påvist aluminiumutfelling. Periodevis vil det trolig være så dårlig vannkvalitet i elven at det kan ha negative konsekvenser for auren og en kan ikke utelukke dette som forklaring på at det ikke ble funnet årsyngel i elven i 1996.

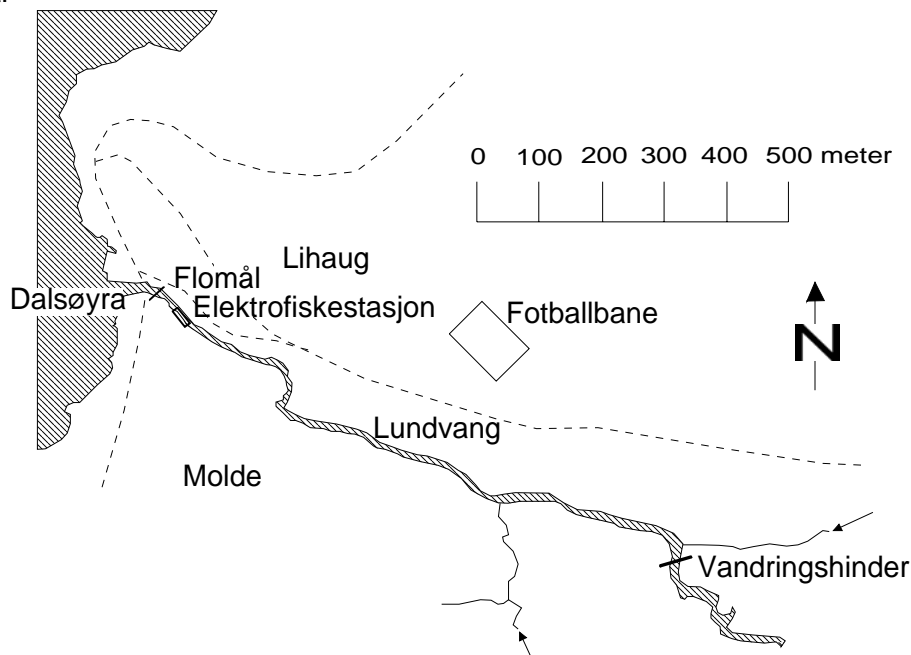






## 10. MOLDEELVEN

Moldevassdraget (068.5Z) renner ut i Eidsfjorden sentralt i Gulen Kommune. Nedslagsfeltet er 16 km<sup>2</sup>. Vassdraget har sitt utspring fra områder som ligger opp til ca 570 m. o. h. Det er bare fire små innsjøer i nedslagsfeltet. Innsjøene ligger mellom 100 og 460 meter over havet. Moldeelven renner ut i sjøen ved Dalsøyra. Elven drenerer områder med en del bebyggelse og landbruk. Dette vassdraget er spesielt i forhold til de fleste andre vassdragene i kommunen ettersom det i de øvre og nordre deler av vassdraget er en berggrunn som domineres av prekambrisk amfibolitt og gabbro. Dette gir grunnlag for en noe bedre vannkvalitet.



FIGUR 10.1: Nedre del av Moldeelven med anadrom strekning opp til vandringshinderet. Stasjonen for elektrofiske er avmerket (UTM -koordinat: LN 908 616), bunndyr- og vannprøve ble tatt i samme område.

### VANNKVALITET

Tidligere undersøkelser av vannkjemi og bunndyr i Moldevassdraget ble sammenstilt i 1995 (Bjørklund 1995). I tillegg er det utført undersøkelser av pH og farge fem steder i vassdraget i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan for Gulen kommune (Bjørklund & Hellen 1997). I denne planen er også resultatene fra drikkevannsundersøkelsen av Moldevatnet oppsummert. I tillegg er det, i forbindelse med denne undersøkelsen, tatt en vannprøve, som er analysert for en rekke parametre (tabell 10.1).

I sammenstillingen fra 1995 ble vassdraget vurdert som surt i perioder og det var registrert pH-verdier under 5,0 i hele vassdraget og et høyt innhold av aluminium, Målinger viste verdier på 131 og 51 µg labil aluminium/l i henholdsvis mars og mai 1993.



Målingene av pH fem steder i vassdraget vår og høst 1996 viste verdier mellom 5,0 og 5,6 ved begge tidspunktene. Ved utløpet av Moldeelven var pH 5,4 og 5,6 ved de to tidspunktene. pH målinger fra drikkevannskilden Moldevatnet fra 1992, 1993, 1995 og deler av 1996 viser at pH gjennomgående har vært noe bedre de siste to årene (Bjørklund og Hellen 1997).

Vannprøven innsamlet i forbindelse med prøvefisket den 22. oktober 1996 hadde en pH på 5,9. Innholdet av labil aluminium ble målt til 20 µg/l, en konsentrasjon som trolig ikke er skadelig for sjøørret. Resultatene fra vannprøven høsten 1996 indikerer derfor at de vannkjemiske forholdene for anadrom fisk er relativt gode i elven, faktisk så god at det burde være mulig for laks å overleve i elven. Det er likevel viktig å ta i betraktning at dette er en enkeltmåling og at både pH, aluminium og ANC kan variere mye over tid.

TABELL 10.1: Analyseresultat fra vannprøven tatt i Moldeelven i forbindelse med elektrofiske den 22. oktober 1996. Prøven er analysert av Chemlab services as.

PARAMETER	ENHET	MOLDEELVEN
Farge	mg Pt/l	25
Surhet	pH	5,9
Kalsium	mg Ca/l	1,08
Magnesium	mg Mg/l	0,4
Natrium	mg Na/l	2,49
Kalium	mg K/l	0,42
Sulfat	mg S/l	2,2
Klorid	mg Cl/l	3,8
Nitrat	µg N/l	80
Reak. alum.	µg Al/l	37
Illab. alum.	µg Al/l	17
Labil alum.	µg Al/l	20
Syrenøytral.kap.	ANC µekv/l	46,6

## BUNNDYR

En biologisk undersøkelse av bunndyr ved utløpet av Moldeelven og lenger opp i vassdraget i mai 1992, viste at bunndyrfaunaen var moderat påvirket av surhet. I følge forsuringindeksen til Fjellheim og Raddum (1990) ble elven da indeksert til verdien 0,5.

Undersøkelsen av bunndyrene samlet inn 22. oktober viste at fremdeles er litt påvirket av forsuring, men to individ av den meget forsuringfølsomme døgnfluearten *Baetis rhodani* ble funnet (tabell 10.2). Elven ble derfor indeksert til verdien 1 etter indeks 1 (Fjellheim og Raddum 1990). Siden antallet av *Baetis rhodani* i forholdet til forsuringstolerante steinfluer er lavt får elven verdien 0,54 etter den nye indeksen (indeks 2) (Kroglund mfl. 1994). Indeksen fanger opp subletale skader på evertbratfaunaen og er ment å kunne brukes til å fange opp begynnende forsuringsskader i rennende vann. I dette tilfellet er det mer naturlig å si at indeksen fanger opp reduserte forsuringsskader i forhold til situasjonen i 1992.



TABELL 10.2: Dyregrupper i bunndyrprøven Moldeelven 22. oktober 1996. Forsuringsindeksen er angitt for hver art, men den totale indeksen for elven bygger på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen (Fjellheim & Raddum 1990). Dersom det finnes organsimer som ikke tåler surt vann, kan en slå fast at det ikke har vært spesielt sure episoder i elven så lenge disse dyrene har levd. Prøvene er analysert ved LFI-Universitetet i Oslo.

GRUPPE	ART	ANTALL DYR I PRØVEN	FORSURINGSINDEKS
Oligochaeta / fábørstemark		24	
Ephemeroptera / døgnfluer	<i>Baetis rhodani</i>	2	1
Plecoptera / steinfluer	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	0
	<i>Protonemu meyeri</i>	2	0
	<i>Amphinemura borealis</i>	7	0
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	13	0
	<i>Leuctra hippopus</i>	21	0
	Ubestemte (m. små)	1	
Trichoptera / vårfluer		7	
Chironomidae / fjærmygg		65	
Simuliidae / knott		15	
Coleoptera / biller		4	
Forsuringsindeks	indeks 1		1
	indeks 2		0,54

## UNGFISK

Fiskeundersøkelsen omfattet fiske med elektrisk fiskeapparat på en stasjon hvor et areal på 80m<sup>2</sup> ble overfisket (figur 10.1). Vi kjenner ikke til at det tidligere er utført noen omfattende undersøkelse av ungfisk på den anadrome strekningen i Moldeelven. Vannføringen var litt under normal ved elektrofisket og vanntemperaturen var 8 °C.

### TETTHET

Totalt ble det fanget 30 ørretunger, men det ble ikke funnet lakseunger i elven. Tettheten var 39 ørret pr. 100m<sup>2</sup> inkludert årsyngel, uten årsyngel var tettheten 26 (tabell 10.3). I det området det ble fisket på var elven grunn og jevndyp. Bunnssubstratet bestod av stein, sand og grus. Forholdene var gode for elektrofiske i det område som ble overfisket. Det så ut til å være varierende forhold for ungfisk i elven.

TABELL 10.3: Fangst av ørret for hver av de tre elektrofiskeomgangene, tetthetsestimat, 95% konfidensintervall og fangbarhet på elektrofiskestasjonen i Moldeelven den 22. oktober 1996. Dataene er presentert både med og uten årsyngel.

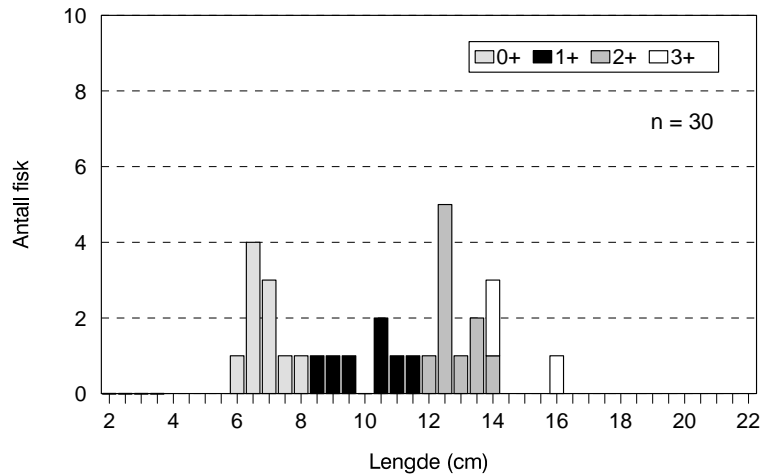
KATEGORI	Fiskeomgang			Sum	Tetthetsestimat antall/100m <sup>2</sup>	95% konfidens- intervall	Fangbarhet
	1.	2.	3.				
Uten årsyngel	15	3	2	20	26	2,6	0,70
Med årsyngel	22	5	3	30	39	3,4	0,68



## ALDER, LENGDE OG VEKST

Lengdefordelingen av ørret viser tre hovedgrupper, den ene er årsunger som er fordelt i lengdeintervallet 6,3 - 8,0 cm. Den neste gruppen er ettåringer med lengder mellom 8,8 cm og 11,5 cm, og den tredje gruppen er toåringer fra 12,4 cm til 14,1 cm. I tillegg er det tre individ som er treåringer (figur 10.2). Årsklassene 1+, 2+ og 3+ har henholdsvis to, tre og fire vekstsesonger bak seg i elva. Det er en liten overlapp i lengdene mellom de største 2+ ørretene og de minste 3+ ørretene.

**FIGUR 10.2:** Lengdefordeling til ørret fanget ved elektrofiske i Moldeelven den 22. oktober 1996 (n = 30). Merk at lengdeklassene er delt inn i 0,5 cm intervall slik at f. eks. lengdeklassen 5 cm representerer fisk fra 5,0 til og med 5,4 cm.

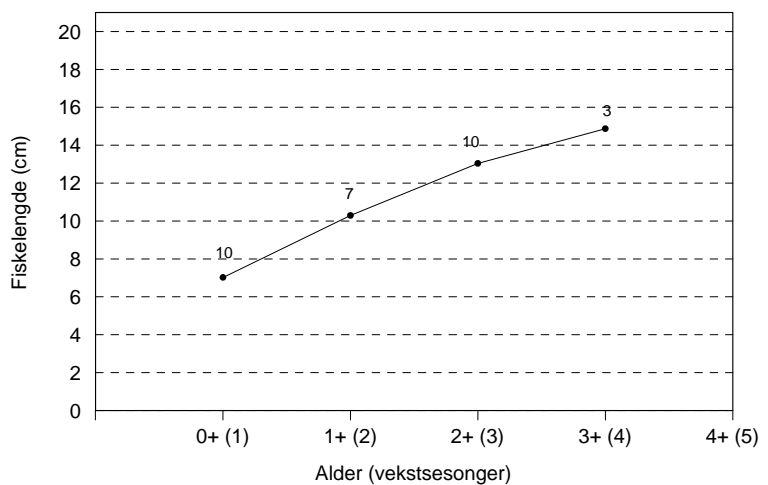


**TABELL 10.4:** Gjennomsnittlig lengde i mm  $\pm$  standard avvik og lengdevariasjon for ulike aldersgrupper av ørret som ble fanget under elektrofiske i Moldeelven den 22. oktober 1996.

	ALDER I ÅR (VEKSTSESONGER)			
	0+ (1)	1+ (2)	2+ (3)	3+(4)
Antall	10	7	10	3
Lengde $\pm$ s.d. (mm)	70,2 $\pm$ 5,47	102,9 $\pm$ 9,96	130,4 $\pm$ 5,89	148,7 $\pm$ 13,3
Min.- maks. (mm)	63-80	88-115	124-141	141-164

Ørretungene er i gjennomsnitt 70 mm etter en vekstsesong, 103 mm etter to vekstsesonger og 130 mm etter tre vekstsesonger.

**FIGUR 10.3:** Gjennomsnittlig lengde (cm) pr. 22. oktober 1996 for de ulike aldersgruppene av ørret som ble fanget under elektrofiske i Moldeelven. Dette er så sent på året at en kan regne med at veksten er avsluttet for sesongen. Tallene er fra tabell 10.4.





I Moldeelven antar vi at alle fiskene som er større enn 11 cm senhøstes går ut som smolt neste vår. Noen av fiskene som er mindre enn 11 cm vil også vandre ut, men noen av de som er større enn 11 cm blir stående igjen et år til. Ut fra veksten og lengdefordelingen er det trolig at ørreten smoltifiserer etter tre år i Moldeelven. Ved elektrofisket i 1996 ble det fanget 15 presmolt av ørret pr. 100m<sup>2</sup> (tabell 10.5).

TABELL 10.5: Antall ørretunger pr. 100m<sup>2</sup> fanget under elektrofiske i Moldeelven 22. oktober 1996.

KATEGORI	FANGST PR. 100 m <sup>2</sup>
1. Årsyngel (0+)	10
2. 0+<fisk<presmolt	5
3. Presmolt (>11cm)	15
Totalt	30

## FANGST OG GYTEBESTAND

Det finnes ingen fangststatistikk for denne elven, men innrykket hos grunneierne i området er at fangstene har tatt seg opp de siste årene (pers. med. Terje Molde).

## GJELLEUNDERSØKELSER

Gjellene fra ørret i Moldeelven var alle normale, med unntak av en gjelle som hadde små eller ubetydelige endringer av hyperplastisk karakter. Den ene gjellen manglet fikseringsvæske og kunne derfor ikke analyseres. Det ble heller ikke påvist aluminiumutfelling på de fire undersøkte gjellene med den anvendte fargemetoden (tabell 10.6).

TABELL 10.6: Strukturelle endringer på gjeller fra ørret fanget på den sjøørreteførende strekningen i Moldeelven 22. oktober 1996. Forkortningene betyr Hp=hyperplasi, Ht=hypertrofi, S=økt mengde slimceller, A=aneurismer og tallene viser styrken i endringen fra 1 til 5, der 1=små/ubetydelige endringer og 5=sterke endringer, - fisken vil og ha kliniske sykdomstegn. Al+ betyr at det er påvist aluminium på gjellene. Undersøkelsene er utført av Hans Aase ved Aqua-Lab as. i Bergen.

Fisk nr:	1	2	3	4	5
Lengde (mm)	137	126	127	134	129
Alder (år)	2+	2+	2+	2+	2+
Gjelle skader	Normal	Normal	Normal	-	Hp1

## KONKLUSJON

Det så ut til å være noe varierende forhold for ungfisk i Moldeelven, med hensyn på oppvekstforhold og gyteområder. Ut fra vannkvaliteten i vassdraget ser det ut til å være gode forhold for sjøørret, noe som bekreftes av funnet av den forsuringfølsomme døgnfluearten *Baetis rhodani*, som gir forsuringverdi 1. Tetthetene av årsyngel var bra og det var høy tetthet av presmolt. Det ble funnet ubetydelig endringer på en av de undersøkte gjellene, men det var ikke utfelling av aluminium på noen av dem.



## LITTERATUR

- BERGHEIM, A. & T. HESTHAGEN 1990.  
Production of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., within different sections of a small enriched Norwegian river.
- BJØRKLUND, A. E. 1995.  
Naturressurskartlegging i Gulen kommune, Sogn og Fjordane: Miljøkvalitet i vassdrag  
Rådgivende Biologer, rapport 155, 63 s. ISBN 82-7658-050-5
- BJØRKLUND, A.E. & B.A. HELLEN 1997  
Kalkingsplan for Gulen kommune 1997  
Rådgivende Biologer as. rapport 286, 54 sider ISBN 82-7658-145-5
- BOHLIN, T., S.HAMRIN, T.G.HEGGBERGET, G.RASMUSSEN & S.J.SALTVEIT. 1989.  
Electrofishing-Theory and practice with special emphasis on salmonids.  
Hydrobiologia 173, 9-43.
- FJELLHEIM, A. & G.G. RADDUM 1990.  
Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes.  
The Science of the Total Environment 96: 57-66
- FROST, S., A. HUNI & W.E.KERSHAW 1971  
Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna.  
Can. J. Zool. 49: 167-173.
- GJEDREM, T. 1980  
Genetic variation in acid tolerance in brown trout.  
i Drabløs, D. & A.Tollan (red), Ecological impact of acid precipitation. SNSF-prosjekt
- GRIMNES, A, K.BIRKELAND, P.J.JAKOBSEN & B.FINSTAD. 1996.  
Lakselu-nasjonal og internasjonal kunnskapsstatus.  
NINA. Fagrapport 18. 20 sider.
- HANSEN, L.P, B. JONSSON & N. JONSSON 1996.  
Overvåking av laks fra lmsa og Drammenselva.  
NINA Oppdragsmelding 401: 1-28.
- HESTHAGEN, T., B. M. LARSEN, H. M. BERGER, R. SAKSGÅRD & S. LIERHAGEN. 1992.  
Betydningen av kalsium for tettheten av aureunger i bekker i tre forsurede vassdrag.  
NINA Forskningsrapport 025: 24 s.
- JOHNSEN, G.H. & A.KAMBESTAD 1994. Forsuringsstatus for vassdrag i Hordaland.  
Rådgivende Biologer, rapport 105, 54 sider, ISBN 82-7658-018-1.
- KJELSBERG, B.M. 1997.  
Beskrivelse av restitueringssevne hod brunørret (*Salmo trutta*) eksponert for ustabil Al-kjemi.  
Cand.scient.oppgave i zoologi, Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, 56 sider.
- KROGLUND, F., T.DALZIEL, B.O.ROSSELAND, L.LIEN, E.LYDERSEN & A.BULGER 1992.  
Restoring endangered fish in stressed habitats. ReFish Project 1988-1991.  
NIVA Acid Rain Research Report 30/1992. 43 sider.
- KROGLUND, F., T.HESTHAGEN, A.HINDAR, G.G.RADDUM, D.GAUSEN & S.SANDØY 1994.  
Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak.  
Utredning for DN, nr. 1994 - 10, 98 sider.



- KÅLÅS, S & H. SÆGROV. 1997a.  
Fiskeundersøkingar i Gaula i Sogn & Fjordane hausten 1996 og våren 1997.  
Rådgivende Biologer, rapport 298, 15 sider, ISBN 82-7658-158-7.
- KÅLÅS, S & H. SÆGROV. 1997b.  
Fiskeundersøkingar i Nausta i Sogn & Fjordane hausten 1996 og våren 1997.  
Rådgivende Biologer, rapport 297, 15 sider, ISBN 82-7658-157-9
- KÅLÅS, S & H. SÆGROV. 1997c.  
Fiskeundersøkingar i Lona i Sogn & Fjordane hausten 1996 og våren 1997.  
Rådgivende Biologer, rapport 299, 10 sider, ISBN 82-7658-159-5.
- KÅLÅS, S., H.SÆGROV, G.H.JOHNSEN & B.A. HELLEN 1996  
Fisk og vasskvalitet i ti Hordalandselvar med bestandar av anadrom laksefisk i 1995.  
Rådgivende Biologer, rapport 243, 152 s. ISBN 82-7658-119-6
- LEIVESTAD, H., I. P. MUNIZ & B. O. ROSSELAND. 1980.  
Acid stress in trout from a dilute mountain stream.  
Side 318-319 i: DRABLØS, D. & A. TOLLAN. red. Ecol. Imp. Acid Precip. SNSF-project, Oslo.
- LIEN, L., G.G.RADDUM, A.FJELLHEIM & A HENRIKSEN. 1996.  
A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses.  
The Science of the Total Environment 177: 173-193.
- POPPE, T. T 1990  
I "Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging", John Grieg Forlag as, 1990, ISBN 82-533-0254-1, sidene 294-302.
- ROSSELAND, B.O. & O.K.SKOGHEIM 1987.  
A comparative study ion salmonid fish species in acid aluminium-rich water. II. Physiological stress and mortality of one and two year old fish.  
Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm 61. side 186-194
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.H.OUGHTON, B.SALSBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992.  
The mixing zone between limed and acid waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids.  
Environmental Pollution 78:3-8.
- SÆGROV, H. 1996.  
Laks og aure i Gloppenelva i 1995.  
Rådgivende Biologer, rapport 234, 23 sider, ISBN 82-7658-080-7.
- SÆGROV, H. & G. JOHNSEN 1996a.  
Fisk og vasskvalitet i Gaula i 1995.  
Rådgivende Biologer, rapport 232, 23 sider, ISBN 82-7658-078-5.
- SÆGROV, H. & G. JOHNSEN 1996b.  
Fisk, vasskvalitet og botndyr i Loneelva i 1995.  
Rådgivende Biologer, rapport 230, ISBN 82-7658-076-9.
- SÆGROV, H., G. JOHNSEN & R. LANGÅKER 1996.  
Fisk og vasskvalitet i Nausta i 1993 og 1995.  
Rådgivende Biologer, rapport 231, 23 sider, ISBN 82-7658-077-7.
- SÆGROV, H., B. A. HELLEN, G. H. JOHNSEN OG S. KÅLÅS 1997.  
Utvikling i laksebestandane på Vestlandet.  
Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen, Fase II. Rapport nr. 34. ISBN 82-554-0537-2